



**Centro Universitário de Brasília  
Instituto CEUB de Pesquisa e Desenvolvimento - ICPD**

**SCHELEN GROSSEL MEISTER**

**A DEGRADAÇÃO DE NASCENTES E A CRISE HÍDRICA DO  
CERRADO**

Brasília  
2017

**SCHELEN GROSSEL MEISTER**

**A DEGRADAÇÃO DE NASCENTES E A CRISE HÍDRICA DO  
CERRADO**

Trabalho apresentado ao Centro Universitário de Brasília (UniCEUB/ICPD) como pré-requisito para obtenção de Certificado de Conclusão de Curso de Pós-graduação *Lato Sensu* em Análise Ambiental e Desenvolvimento Sustentável.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Cyrino de Oliveira Filho

Brasília  
2017

**SCHELEN GROSSEL MEISTER**

**A DEGRADAÇÃO DE NASCENTES E A CRISE HÍDRICA DO  
CERRADO**

Trabalho apresentado ao Centro  
Universitário de Brasília (UniCEUB/ICPD)  
como pré-requisito para a obtenção de  
Certificado de Conclusão de Curso de  
Pós-graduação *Lato Sensu* em Análise  
Ambiental e Desenvolvimento Sustentável

Orientador: Prof. Eduardo Cyrino de  
Oliveira Filho

Brasília, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2017.

**Banca Examinadora**

---

Prof. Dr. Marcus Fabio Ribeiro Garcia

---

Prof. Dra. Tânia Cristina da Silva Cruz

***Para minha mãe, Neide S. Grossel,  
com muito amor e gratidão***

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente à toda minha família que sempre foram muito compreensivos e acreditaram em mim, especialmente ao meu companheiro Alex Meister que me apoia em todos os momentos e sem o qual esse trabalho não seria possível.

Aos meus amigos e colegas de classe, Luciana Diniz, Vanessa Pozzi Zoch, Raíssa Martins, Victor Bernardes, Rhuan Huan, Andre Luis Pimenta, Cesar Wanderer, Thaís Cosmo, Christiana Coelho, Andréia Fernandes, Patrícia Marreiros, Vera Santos Nascimento, pelas conversas e discussões construtivas que me ajudaram a construir meu aprendizado e pela amizade, desejo muito sucesso a todos vocês.

Agradeço a Simone Dias da Agência Nacional de Águas (ANA) por ser sempre prestativa, me auxiliando e sendo paciente, colaborando para a busca de informações presentes nesse trabalho. Aos meus Professores e tutores, que me direcionaram para uma formação de qualidade e me orientaram de todas as formas para o meu desenvolvimento profissional.

*“Os rios que cortam as cidades são como espelhos  
que refletem o comportamento da sociedade”  
(Observando os Rios, 2016)*

## RESUMO

As nascentes são afloramentos de água que ocorrem naturalmente no ambiente e são associadas às funções de equilíbrio e manutenção ambiental, porém esses sistemas ambientais encontram-se vulneráveis devido a vários impactos, como o desmatamento desenfreado no cerrado e a expansão da malha urbana. Assim, o objetivo do trabalho foi apresentar a importância e o papel das nascentes na manutenção dos cursos hídricos no Bioma Cerrado evidenciando os impactos mais relevantes e frequentes nesse meio, e investigar como a destruição das nascentes pode estar influenciando na disponibilidade de água. Para isso foi realizado um levantamento bibliográfico, a respeito do tema “nascente”, publicados entre 2004 e 2017, considerando o bioma do cerrado como foco e selecionando somente os trabalhos viáveis e coerentes ao tema, resultando em uma tabela, posteriormente tratada e analisada estatisticamente. Através da análise foi possível averiguar a ocorrência de 28 impactos e concluiu-se que o impacto mais predominantemente citado nas fontes foi o “Acesso de animais às nascentes” seguidos da “Presença de espécies exóticas” e “Presença de urbanização”, sendo que por meio da correlação entre os impactos foi possível esclarecer que são consequências indiretas das atividades antrópicas, como o desmatamento e a urbanização. Além disso, a análise dos métodos demonstrou que o método de “Análise Macroscópica das nascentes” foi o que compreendeu maior quantidade de impactos citados e, portanto, abrangeu mais satisfatoriamente a análise da área. Foi possível determinar pela constatação dos textos que os impactos referentes ao “Soterramento de Nascentes” e as “Nascentes Secas” foi constatado como atividade frequente pelas citações. Também foi constatado que as áreas de preservação permanente assim como as nascentes não estão sendo respeitadas conforme a legislação estabelece, sendo que o raio de 50 metros de vegetação preservada ao redor das nascentes não são resguardadas. Quanto à escassez hídrica e o estado de conservação do Cerrado, são vários os impactos que podem estar afetando a disponibilidade hídrica, como o crescimento populacional, o desmatamento, o regime de precipitação e as mudanças climáticas, dessa forma não é possível atribuir somente um fator para a causa, consequentemente o desaparecimento das nascentes está associado à disponibilidade hídrica de uma bacia hidrográfica, o que está relacionado com a diminuição da disponibilidade. De acordo com o exposto, a complexidade e importância das nascentes no meio ambiente devem ser aprimoradas e há inúmeras questões sem esclarecimentos que podem contribuir para a preservação das nascentes e garantir a disponibilidade da água futuramente.

**Palavras-chave:** Nascentes. Impactos. Bioma Cerrado. Disponibilidade hídrica.

## ABSTRACT

The springs are outcrops of water that occur naturally in the environment and are associated with the functions of balance and environmental maintenance, but these environmental systems are vulnerable due to several impacts, such as deforestation in the Cerrado and urban growth. The objective of this work was to present the importance and the role of the springs in the maintenance of the water courses in the Cerrado Biome, showing the most relevant and frequent impacts in this environment, and to investigate how the destruction of the springs may be influencing the availability of water. For this, a bibliographic survey was carried out in search of "spring", published between 2004 and 2017, considering the biome of the Cerrado as a focus and selecting feasible and coherent works, resulting in a table that was treated and analyzed statistically. Through the analysis, it was possible to investigate the occurrence of 28 impacts, concluding that the impact most predominantly mentioned in the sources was the "Access of animals to the springs" followed by "Presence of exotic species" and "Presence of urbanization", and through the correlation between the impacts, showed that were indirect consequences of anthropic activities, such as deforestation and urbanization. In addition, an analysis of the methods demonstrated the "Macroscopic Analysis" of the springs method for the greater number of impacts cited and, therefore, more satisfactorily covered the analysis of the area. It was possible to determine from the text that the impacts related to the "Landfill of the springs" and the "Dry Springs" was verified as a frequent activity by the citations. It was verified that the areas of permanent preservation as well as the springs did not follow the established legislation, and the radius of 50 meters of vegetation preserved around the springs are not protected. There are several impacts that may be threatening the water availability in the cerrado, such as population growth, deforestation, precipitation regime and climatic changes, so it is not possible to attribute only one factor to the cause, consequently the disappearance of the springs is associated to the water availability of a river basin, which is related to the decrease in availability. Accordingly, the complexity and importance of the springs in the environment must be improved and there are many questions without clarification that can contribute to the preservation of the springs and assure the availability of water in the future.

**Key words:** Springs. Impacts. Cerrado Biome. Water availability.



## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>11</b>
1.1 AQUISIÇÃO DE FONTES .....	11
<b>2 AS NASCENTES .....</b>	<b>14</b>
<b>3 A SITUAÇÃO DAS NASCENTES .....</b>	<b>19</b>
3.1 CLASSIFICAÇÕES DAS NASCENTES .....	19
3.2 NASCENTES EM ZONAS RURAIS E URBANAS.....	21
3.3 NASCENTES EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE .....	23
<b>4 O BIOMA CERRADO E A DEGRADAÇÃO.....</b>	<b>25</b>
4.1 O COMPORTAMENTO DAS NASCENTES NO CERRADO.....	25
4.1.1 Ocupação do Bioma Cerrado e os recursos hídricos .....	26
4.1.2 O Cerrado e a falta de água do Distrito Federal .....	28
<b>5 DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO DAS NASCENTES.....</b>	<b>33</b>
5.1 FUNÇÕES DAS NASCENTES.....	33
5.2 ANÁLISES DOS IMPACTOS E AS CONSEQUÊNCIAS .....	34
5.3 CORRELAÇÃO ENTRE OS FATORES DE IMPACTO .....	40
5.4 ANÁLISE DOS MÉTODOS .....	41
5.5 VULNERABILIDADES DAS NASCENTES.....	43
5.6 SOLUÇÕES PROPOSTAS .....	45
<b>6 RECUPERAÇÃO E PRESERVAÇÃO DE NASCENTES .....</b>	<b>46</b>
6.1 A EDUCAÇÃO AMBIENTAL E O PAPEL NA PRESERVAÇÃO.....	48
6.2 PERSPECTIVAS FUTURAS .....	50
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>53</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>55</b>
<b>ANEXO A – Avaliação Macroscópica de Gomes et al. (2005).....</b>	<b>61</b>

## INTRODUÇÃO

A água é um elemento essencial à vida, sustentando todos os ciclos naturais e com função indispensável para o funcionamento e equilíbrio do planeta. As atribuições das nascentes envolvem a manutenção da rede hídrica, ou seja, “as águas superficiais e subterrâneas são comumente interligadas, podendo haver fluxo do aquífero para um corpo d’água superficial e vice-versa.” (MORAES; CAMPOS, 2008, p. 125). Apesar da importância da água, a degradação ambiental ocorre em diferentes níveis e afeta diretamente a disponibilidade e a qualidade dessas. Assim, quando ocorre a alteração da disponibilidade e o aumento na demanda por água em um determinado local, isso pode resultar em estresse e escassez da água (TUNDISI, 2008).

Dessa forma, a crise hídrica não trata somente da escassez de água, mas envolve outros fatores como as alterações climáticas e a falta de gestão e infraestrutura, assim como as questões sociais e diplomáticas, o que torna a sua solução complexa.

A degradação ambiental do cerrado traz uma visão preocupante em relação à capacidade de suporte dos recursos naturais. Segundo Lima e Silva (2005, p. 64) “por conter zonas de planalto, o Cerrado possui diversas nascentes de rios e, conseqüentemente, importantes áreas de recarga hídrica, que contribuem para grande parte das bacias hidrográficas brasileiras”. O bioma abrange três grandes bacias: a Araguaia/Tocantins, o São Francisco e o Paraná/Paraguai, logo, a sobreexploração desse bioma compromete a qualidade ambiental, afetando diretamente os sistemas hídricos, dentre esses, as nascentes.

Com a crescente expansão da rede urbana e do desmatamento para abertura de terras para atividades agrícolas, os corpos hídricos sofrem diferentes impactos, dentre esses, as nascentes são descaracterizadas devido às mudanças no ambiente e uso inadequado dos solos, perdendo sua função ou podendo desaparecer. Logo, as conseqüências desses impactos podem ser irreversíveis.

Após essa discussão, questiona-se: a) Quais são os impactos nas nascentes e quais são as conseqüências? b) Quais as implicações da crise hídrica? c) A destruição de nascentes pode estar influenciando na disponibilidade da água? d) Quais as soluções para preservação e recuperação das nascentes no Cerrado?

Devido à grande vulnerabilidade em que as nascentes se encontram, o objetivo do trabalho foi apresentar a importância e o papel das nascentes na manutenção dos cursos hídricos e relacionar com a crise hídrica que ocorre no Bioma Cerrado, com o intuito de fornecer suporte para outros projetos científicos e acadêmicos, disponibilizando informações relevantes sobre a importância, os impactos, e as soluções para conservação das nascentes, além de proporcionar uma discussão sobre os conflitos de uso da água e perspectivas futuras que podem garantir a disponibilidade hídrica.

Para responder a essas perguntas foi realizado o levantamento e pesquisa bibliográfica de publicações entre 2004 e 2017 referentes ao tema nascentes e degradação de nascentes, através de portais de busca, e então foram selecionadas as fontes bibliográficas que evidenciavam impactos nas nascentes do bioma cerrado e/ou transição entre o bioma cerrado e outro bioma. Com isso objetivou-se determinar quais são os impactos diagnosticados nas nascentes pelas fontes bibliográficas.

Para melhor entendimento, o trabalho foi estruturado em 6 capítulos. No primeiro capítulo é apresentado o procedimento metodológico seguido da aquisição das fontes bibliográficas e dos parâmetros analisados. No segundo capítulo é argumentada a fundamentação teórica sobre o tema referente às nascentes, havendo interlocução entre os autores sobre diferentes pontos de vista e conceitos. O terceiro capítulo traz a classificação entre os diferentes tipos de formações das nascentes, além de evidenciar os impactos que ocorrem de forma direta e indiretamente nas nascentes segmentado em zonas rurais e urbanas. No capítulo seguinte é discutido sobre o bioma cerrado e as degradações que ocorrem no meio ambiente, constatando as consequências dos impactos nos recursos hídricos e da escassez hídrica. No capítulo cinco é realizado um diagnóstico das nascentes, destacando o papel dessas no meio em que estão inseridos, os impactos mais frequentes nesses sistemas e as soluções apontadas nos artigos pesquisados.

No último capítulo são apresentadas maneiras e observações para recuperação e preservação das nascentes e ainda uma breve consideração sobre perspectivas futuras para garantir a disponibilidade hídrica e sustentabilidade ambiental.

## 1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

### 1.1 AQUISIÇÃO DE FONTES

A aquisição de dados foi realizada através do levantamento e da pesquisa da literatura, em duas partes. Em um primeiro momento foram selecionadas publicações científicas a respeito das nascentes publicadas entre 2004 e 2017, estabelecendo como marcador a palavra “nascentes” assim como seu respectivo significado em inglês “*springs /source*”, utilizando como busca o portal Capes periódicos, EBSCOhost, assim como em bibliotecas digitais (BDTD).

Em seguida utilizando da mesma fonte de busca foram utilizadas as palavras-chaves: degradação de nascentes e crise hídrica. Como a busca não apresentou nenhum periódico, foram utilizadas as palavras-chave da busca de formas independentes. Após foram selecionados os artigos correspondentes com o tema e descartados aqueles que não abordavam o assunto proposto ou trabalhos de fontes repetidas. Por meio de pesquisa com base documental, considerada como estratégia de pesquisa por Laville e Dionne (1999) foi realizada uma análise em busca das leis e documentos que tratam de “nascentes” e “gestão dos recursos hídricos” para apresentar a atual situação do tema perante a crise hídrica e a degradação das nascentes, bem como demonstrar as diversificadas funções das nascentes.

Através da aquisição das fontes foram selecionados somente os trabalhos considerados válidos para diagnosticar os impactos e as consequências desses nas nascentes do Cerrado, para a análise dos impactos. A análise contemplou também os trabalhos que consideravam a zona de transição dos biomas que fazem limite com o cerrado, dessa forma utilizou-se da ferramenta de procura do IBGE para diagnosticar os biomas pertencentes em cada cidade ou município realizados pelos trabalhos, incluindo nessa análise apenas os inseridos no cerrado. Foram desconsiderados trabalhos tendenciosos ou com foco em somente uma atividade impactante.

O diagnóstico dos impactos resultou no Quadro 1, com as fontes selecionadas, a quantificação das nascentes dos estudos, os métodos utilizados e

os impactos encontrados nas nascentes identificadas. Além disso, se atentou para as consequências e soluções indicadas pelos autores.

Para determinar quais são os principais impactos que ocorrem nas nascentes no bioma Cerrado e as causas e consequências dessas alterações foram listadas as atividades impactantes observados pelos autores nas nascentes em cada um dos trabalhos, resultando em uma lista com 28 impactos. Com essa listagem realizou-se a análise estatística através do Microsoft Excel, determinando a quantidade de citações de cada impacto pela quantidade de documentos avaliados. Ademais foram correlacionados os impactos, relacionando todos os impactos citados entre eles.

Os 28 impactos citados pelas fontes foram padronizados para obter uma melhor avaliação, considerando: 1) Atividades agrícolas próximas as nascentes; 2) Desmatamento: quando houve constatação dessa atividade; 3) Resíduos Sólidos: presença de lixo ou qualquer tipo de resíduos sólidos nas nascentes ou próximas a essas; 4) Presença de urbanização: presença de vestígios humanos como obras de construções civis, estradas, moradias, entre outras; 5) Salinização do solo; 6) Rebaixamento do lençol freático; 7) Presença de espécies exóticas: quando há presença de espécies animais ou vegetais exóticos no local, como pastagens e/ou eucaliptos; 8) Acesso de animais de atividade pecuária nas nascentes, como o gado, suínos ou galinhas; 9) Erosão; 10) Assoreamento nas nascentes; 11) Uso para consumo humano: quando há presença de uso aparente ou confirmada da água da fonte, como captação da água, incluído a utilização para hortas; 12) Compactação do solo: pelo pisoteamento do gado ou presença de máquinas agrícolas muito próximas a cabeceira; 13) Contaminação de nascentes: quando há presença de produtos químicos, ou aspectos que evidenciem contaminação, como óleos e espumas; 14) Soterramento de nascentes: quando ocorre obstrução das nascentes decorrentes de agentes antrópicos; 15) Queimadas; 16) Presença de coliformes termotolerantes ou outros micro-organismos; 17) Descaracterização da mata ciliar: quando não consegue obter qual atividade foi responsável pela degradação das matas ciliares, mas a área encontra-se alterada; 18) Presença de esgoto doméstico nas nascentes; 19) Agrotóxicos e fertilizantes detectados nas nascentes; 20) Outras atividades: aquelas que não envolvem atividade de consumo, mas utiliza da água para outras atividades, como lavar roupas; 21) Presença de garimpos; 22) Turismo e recreação sem controle próximo as nascentes; 23) Cultura de substâncias próxima as nascentes; 24) Presença de algas macrofitas na superfície da água; 25) Nascentes

secas: quando a recarga do lençol freático é prejudicada, e a vazão é interrompida, constatando a “morte” da nascente; 26) Alteração da vazão da água das nascentes: quando a vazão da nascentes continua, porém há a utilização de canos, bombas ou barragens para contenção da água ou desvios dos corpos hídricos; 27) Presença de material orgânico detectado na nascente; 28) Alteração nos parâmetros físicos da água.

Quanto à análise das nascentes secas, alteradas ou soterradas, foi possível realizar a constatação pelas citações, mas não foi possível padronizar e realizar uma avaliação estatística de quantas nascentes foram extintas ao longo do tempo.

Por meio do quadro, também foi possível observar o quantitativo de impactos citados por métodos. Os métodos empregados pra os diversos estudos foram divididos em 4 grupos e por cores: o primeiro foi o de “Análise Macroscópica das Nascentes” (vermelho), o segundo “Levantamento Florístico” (azul escuro) o terceiro foram as fontes que aplicaram “Medição de vazões” (verde) e o quarto grupo utilizou “IQA” (Índice de Qualidade das Águas) (roxo). Para os demais artigos não foi possível classificá-los em algum dos grupos, pois os métodos divergiam. Com o total de impactos pelos métodos, determinou-se qual deles apresentaram uma análise mais detalhada das áreas das nascentes.

## 2 AS NASCENTES

As nascentes fazem parte de um sistema hidrológico da qual tem múltiplas funções nos ecossistemas. Essas possuem características físico-químicas que proporcionam um microambiente único de interface terrestre e aquático, atuando no equilíbrio desses ambientes.

Uma particularidade das nascentes está no fato de estar conectada a uma rede hidrológica. As nascentes permitem a passagem da água subterrânea para a superfície e são responsáveis pela formação dos cursos d'água (RODRIGUES et al. 2010; FELIPPE; MAGALHÃES JUNIOR, 2012), considerando que os aquíferos são essenciais para manter as nascentes. De acordo com Moraes e Campos (2008) a função reguladora apresentada pelos aquíferos está relacionada ao papel de transferência das águas subterrâneas para as drenagens superficiais, o que é responsável pela manutenção da perenidade das nascentes. Esse aspecto pode proporcionar algumas vantagens do ponto de vista socioeconômico tornando a água potável disponível na superfície, sem que sejam necessárias perfurações de poços para alcançá-la.

Ainda existem poucos estudos aprofundados sobre a complexidade das nascentes e a relação com a dinâmica ambiental, isso acontece primeiramente devido à dificuldade de sua localização, geralmente em ambientes de difíceis acessos como matas muito fechadas ou barreiras físicas intransponíveis.

Outra complexidade está em buscar diagnosticar o que é uma nascente, sendo que existem diversas formações e afloramentos de nascentes no ambiente (KRESIC; STEVANOVIC, 2009), o que resulta em discussões sobre a sua definição e pode determinar sua proteção perante as legislações ambientais. Segundo o Código Florestal, Lei Nº 12.651/ 2012 (BRASIL, 2012), no seu artigo 3º, as definições de nascentes e olho d'água são separadas, apresentando as nascentes como “afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d'água” e olho d'água como “afloramento natural do lençol freático, mesmo que intermitente” dessa forma, as nascentes são protegidas mesmo que sejam consideradas intermitentes.

Vários autores apresentam colocações distintas para elucidar o conceito de nascentes. Conforme indicado por WWF (2010, p. 20), trata-se do

afloramento na superfície do solo, da água de um lençol freático ou mesmo de um rio subterrâneo. Quando isso ocorre pode formar-se uma fonte, onde a água é represada e pode se acumular formando um lago, ou então, pode nascer um curso d'água, assim a água não fica represada e passa a correr em forma de córrego, ribeirão ou rio.

Queiroz (2015) traz uma definição muito semelhante, porém destaca que devido a certas condições em que se encontra a cabeceira, essa pode não possuir um lugar definido, ou seja, pode constituir uma área considerável com o prolongamento da cabeceira. Logo Reed e Monroe (2009, p. 294) sintetizam que:

Embora as fontes possam ocorrer sob uma grande variedade de condições geológicas, todas elas se formam basicamente da mesma maneira. Quando a água que se infiltra no solo chega ao lençol freático ou a uma camada impermeável, ela flui lateralmente. Se o fluxo intercepta a superfície, a água é descarregada como uma fonte.

As nascentes, assim como as Áreas de Preservação Permanentes (APPs) são protegidas pela legislação brasileira nº 12.651/ 2012. A APP (Art 3º)

é a área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012),

portanto, sendo um meio fundamental para a preservação das nascentes e da rede hídrica e a partir disso a legislação considera áreas de preservação permanente as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água, em um raio mínimo de 50 (cinquenta) metros.

Contudo, as nascentes não estão sendo protegidas conforme a lei, e muitos impactos diretos ou indiretamente ocorrem nesses sistemas. De acordo com Queiroz (2015, p.49) “a principal fragilidade é a falta do critério temporal para a sua definição, ou seja, não há clareza quanto aos parâmetros de perenidade, sazonalidade e efemeridade,” e por conta disso, as nascentes se encontram vulneráveis.

As ameaças às nascentes geralmente estão relacionadas à sua deterioração por contaminantes ou degradação pelo crescimento urbano desordenado, porém como as nascentes fazem parte da rede hídrica que envolve uma zona de recarga aquífera, esses impactos podem produzir efeitos muito mais do que pontuais. Como exemplo dado por Felipe e Magalhães Junior (2012), a infiltração da água precipitada pelos solos pode diminuir consideravelmente por



conta da impermeabilização em regiões de recargas hídricas, ocasionando em perda da recarga aquífera que abastecem as nascentes e por consequência, os rios.

A frequência com que as nascentes estão sendo degradadas pode estar influenciando muito no cotidiano das pessoas, e as consequências podem ser muito devastadoras, ponderando que a resiliência ambiental apesar de ser natural, geralmente conta com duração prolongada. Por isso, a água é um bem natural que controla o desenvolvimento social e econômico, gerando diversos serviços essenciais ao modo de vida moderna.

Segundo a UNESCO (2015) a não ser que o equilíbrio entre demanda e oferta seja restaurado, o mundo deverá enfrentar um déficit global de água cada vez mais grave, devido ao crescimento populacional acelerado, as demandas industriais e geração de energia que intensificam a demanda por água. Porém, Tundisi (2008) aponta não somente um fator para a escassez, além de apresentar que os problemas que caracterizam a crise hídrica podem estar relacionados não somente com o aumento populacional, bem como a infraestrutura pobre e em estado crítico (ocasionando perda do recurso), com as mudanças climáticas (alterando a disponibilidade) e a falta de articulação da governabilidade dos recursos hídricos e da sustentabilidade ambiental. Assim, o emprego do recurso hídrico para diversas finalidades tem diminuído consideravelmente sua disponibilidade, gerando desafios para se lidar com a escassez em muitas regiões e países (JUNQUEIRA JÚNIOR et al., 2010), não sendo diferente no Brasil.

Outra forma de degradação ambiental que afeta os recursos hídricos é a remoção da cobertura vegetal nativa, na maior parte para a expansão das fronteiras agrícolas. No Cerrado ocorrem índices alarmantes de desmatamento e queimadas, e esses podem ser os responsáveis em grande parte pelo assoreamento de rios, lagos e nascentes, interferindo na função dos mesmos. De acordo com Venzel et al., (2016), o mau uso do solo em áreas agrícolas, provenientes do uso de agrotóxicos e desmatamento, torna a área suscetível a processos erosivos, causando o assoreamento nas nascentes.

Consequências como desmatamento de áreas protegidas e estratégicas para a manutenção dos ciclos hidrológicos podem impactar diretamente na quantidade e qualidade dos recursos hídricos, podendo afetar a capacidade de regeneração natural do ambiente. Conforme um estudo realizado pelo Ministério do Meio Ambiente (2011a, p. 35) “verificou-se que os remanescentes de vegetação do

Cerrado passaram de 55,73% em 2002 para 51,54% em 2008, tendo como base a área total do Bioma de aproximadamente 204 milhões de hectares”. A taxa anual de desmatamento do Cerrado (0,69%) foi a maior de todos os biomas analisados, inclusive o da Amazônia (0,42%).

Dessa forma, a conservação do bioma assim como a gestão dos recursos hídricos é necessária para garantir os aspectos da água ofertada nas diversas regiões hidrográficas do país, bem como a garantia do recurso hídrico para as atuais e futuras gerações. Contudo, a compreensão acerca das nascentes pode elucidar questões não esclarecidas e compor um elemento chave para a questão da disponibilidade e a sustentabilidade dos recursos hídricos.

A necessidade de um desenvolvimento mais sustentável e mais consciente surgiu a partir de discussões entre membros de organizações não governamentais, audiências com líderes e reuniões com participações públicas, declarada na Conferência de Estocolmo, em 1972, com a percepção de uma nova medida consciente: o ecodesenvolvimento. Porém, somente em 1987, o documento “Nosso Futuro comum” ou também chamado Relatório Brundtland estabelece o desenvolvimento sustentável, como “o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer as habilidades das futuras gerações de satisfazerem suas necessidades.” (BRUNDTLAND, 1991, p. 46) O objetivo foi enfatizar a incompatibilidade entre nosso modelo atual de desenvolvimento econômico e do desenvolvimento sustentável e discutir sobre o limite da utilização dos recursos naturais e da capacidade de suporte do meio ambiente.

Apesar de alguns autores como Baroni (1992) e Souza (2009) afirmarem que o desenvolvimento sustentável se constitui em uma impossibilidade dentro do nosso sistema econômico, ainda é possível utilizar de práticas sustentáveis para atenuar processos degenerativos.

É substancial destacar que quando há referencia com relação a “Sustentabilidade”, essa se refere ao recurso em questão, aos seus usos e estoques, enquanto que o “Desenvolvimento Sustentável” está relacionado a um modelo de desenvolvimento, ou seja, ao crescimento econômico-social de um país vinculado a um meio ambiente ecologicamente equilibrado. Tanto a Lei da Política Nacional de Recursos Hídricos quanto a Constituição Federal, utilizam uma perspectiva semelhante entre a água e recursos hídricos, no entanto são distintas: “a Água é o elemento natural, descomprometido com qualquer uso ou destinação. É o

gênero. Recurso hídrico é a água como bem econômico, destinada à utilização para tal fim” (RODRIGUES, 2002 *apud* AMORIM, 2015, p. 312), ou seja, a partir do momento em que a água possui aspecto socioeconômico, essa é considerada juridicamente um recursos hídrico e é atribuída uma valoração ao recurso água.

Segundo Fischer et al. (2016, p. 590)

a apropriação deste bem natural pelo mercado, pode restringir a disponibilidade e o acesso segundo interesses comerciais, assim contribuindo tanto para a percepção quanto para a real manutenção da crise.

A gravidade dessa vertente pode anular todos os esforços que tem sido produzido para evitar a crise hídrica e garantir qualidade de vida e desenvolvimento sustentável no Brasil. Portanto, para garantir um desenvolvimento sustentável, os sistemas hídricos assim como os respectivos planos de manejo, e os cenários político-econômicos devem ser inclusos e estruturados, consistindo na integração da Governança dos Recursos Hídricos.

### 3 A SITUAÇÃO DAS NASCENTES

Para analisar a situação das nascentes, antes é preciso conhecer mais sua dinâmica e influência no ambiente. Como exposto, as nascentes estão em constante fragilidade devido a inúmeros fatores, sendo um desses a falta de compreensão da definição e da complexidade do processo de surgência das águas. Partindo desse ponto, é necessário determinar a classificação das nascentes e seus atributos.

#### 3.1 CLASSIFICAÇÕES DAS NASCENTES

As nascentes são formadas quando o lençol freático intercepta com a superfície, considerando que a água subterrânea flui conforme a gravidade e se movimenta para áreas de menor pressão.

Várias classificações de nascentes têm sido propostas, baseadas em diferentes características que as compõe, podendo ser classificadas quanto a sua formação, quanto ao seu fluxo, ou até mesmo quanto à natureza da carga hidráulica do aquífero.

Quanto à natureza da carga hidráulica, Kresic e Stevanovic (2009) dividem dois grandes grupos que englobam todas as nascentes, as nascentes de gravidade e as nascentes artesianas:

1. Nascentes de gravidade (gravity spring): “emergem sob condições não confinadas no aquífero onde o nível de água intersecta a superfície”.
2. Nascentes artesianas (artesian spring): “exsudam sob pressão devido a condições confinadas no aquífero subjacente”. Também são chamadas de nascentes ascendentes (ascending ou rising springs).

Segundo os autores, essa dinâmica da carga hidráulica engloba todas as nascentes (exceto as hidrotermais ou aquelas associadas ao vulcanismo) e, portanto todas as outras formas de classificações surgem a partir desse aspecto.

De acordo com Castro (2007), WWF (2010) e Kresic e Stevanovic (2009) a classificação conforme os tipos de formações podem ser:

-Nascente de encosta (ou de contato): a camada rochosa sobre a qual corre o lençol freático é menos inclinada que o terreno e intercepta a superfície, mas não há acúmulo inicial da água, a água flui.

-Nascente difusa: quando a superfície do lençol freático ou de um aquífero intercepta a superfície do terreno, dando origem a um escoamento espraído numa área maior, ocorrendo um afloramento difuso, com várias nascentes muito próximas uma das outras. Usualmente ocorrem em sedimentos inconsolidados, como areia e/ou cascalho. São caracterizados predominantemente pela presença de buritis do brejo (*Mauritia flexuosa*).

-Nascentes de depressão (ou de fundo de vale): é formada em aquíferos não confinados quando a topografia intersecta o nível de água no aquífero, devido a uma incisão do curso de água. A nascente geralmente gera um acúmulo inicial de água e pode formar um lago.

-Nascentes Intermitentes: são aquelas que possuem recarga somente por um período de tempo, geralmente em períodos de estiagem essas secam a água ou cessam temporariamente a vazão, devido ao padrão de recarga do aquífero. Ocorrem em regiões de secas prolongadas, sendo que o nível do lençol freático diminui, ocasionando redução temporária da nascente.

Essas são as nascentes predominantes nos ambientes e biomas brasileiros, mas existem outros tipos de formações de nascentes, como as nascentes de fissura (fissure spring), barreiras (barrier spring) ou as submersas (submerged springs).

Quanto ao ciclo hídrico anual, podem variar de dias para estações, conforme o índice pluviométrico de determinada região. Portanto, os cursos hídricos podem ser divididos em perenes, sazonais e efêmeros.

Perene: a feição hídrica que apresente lâmina d'água por intervalo superior ao período chuvoso, com base em séries históricas pluviométricas.

Sazonal: a feição hídrica que apresente lâmina d'água durante intervalo restrito ao período chuvoso, com base em séries históricas pluviométricas.

Efêmero: feição hídrica de acúmulo de água por intervalo compreendido somente durante ou imediatamente após evento de precipitação (QUEIROZ, 2015, p. 69).

### 3.2 NASCENTES EM ZONAS RURAIS E URBANAS

As degradações das nascentes ocorrem em diferentes locais e por diferentes razões, ou seja, dependendo dos locais em que se encontram existem diferentes tipos de ameaças, ou seja, as nascentes que se encontram no meio rural estão em condições diferentes das que se localizam no meio urbano, apesar de apresentarem características hidrológicas e pedologia semelhantes.

Em pequenas propriedades rurais, na maioria das vezes as matas ciliares são removidas para obtenção de mais espaço para as pastagens ou para que o gado tenha acesso à água (PINTO et al., 2004; JUNQUEIRA JUNIOR et al., 2010; GOMES, 2015). Isso resulta em graves consequências ambientais, ocorrendo erosões e assoreamento pela retirada da vegetação, além de contaminação da água pelo uso animal e modificação na estrutura do solo e da vazão das nascentes pelo pisoteamento do gado. Contudo, como esses recursos encontra-se em áreas rurais e afastadas do espaço urbano, isso gera uma falsa impressão da água ser potável e então, algumas comunidades que não recebem o abastecimento de água nas residências, utilizam dessa água para o consumo e usos domésticos, podendo gerar muitos problemas de saúde na população.

Os defensivos agrícolas e fertilizantes também impactam a qualidade das águas nas zonas rurais, sendo que esses acessam facilmente as nascentes e os córregos mais próximos, sem nenhum controle aparente. De acordo com Oliveira-Filho e Medeiros (2008), os ecossistemas aquáticos são os mais vulneráveis ao lançamento de contaminantes, pois tanto os que são lançados na água, quanto os poluentes atmosféricos ou os do solo tendem a chegar aos corpos hídricos via chuva, escoamento superficial ou infiltração para águas subterrâneas.

De acordo com Tundisi e Tundisi (2010, p. 68)

o ciclo da água, a composição química da água de drenagem, o transporte de matéria orgânica para os rios, lagos represas, e a intensidade do escoamento superficial e da descarga dos aquíferos dependem diretamente das condições, da vegetação ripária, sua preservação e sua diversidade e densidade.

Em áreas rurais que já foram modificadas anteriormente ou ocorreu alguma atividade na terra, é mais prevalente a presença de pragas e espécies

exóticas. São muitos os trabalhos que citam a presença de pastagem (*Bracchiaria sp.*) nas áreas próximas as nascentes envolvidas com atividades agropecuárias ou áreas posteriormente abandonadas, como Vilela (2006), Ferreira et al. (2007), Pregelli et al. (2008) e Marmontel (2014), permitindo que essas espécies invasoras dominem o ambiente.

Dessa forma, em propriedades rurais é comum o desaparecimento das nascentes, pois os impactos mencionados alteram demasiadamente o ambiente, permitindo que a hidrodinâmica seja alterada e na medida em que diminui sua vazão gradualmente, pode secar.

Contudo, nas áreas urbanas é comum o aterramento de nascentes, para obras que justificam como sendo de utilidade pública, assim como a canalização de rios e córregos, impactando diretamente na rede hídrica. Nas obras é realizado a drenagem da água das nascentes e o rebaixamento do nível freático para que as fundações sejam fixadas e não ocorra escorregamento das estruturas, consistindo nessa técnica os cortes de estradas, escavações de valas e canais, fundações para barragens, pontes, edifícios, etc (CHIOSSI, 2013), geralmente sendo esgotada toda a água da nascente e interrompida a área de recarga. As questões problemáticas dessa prática resumem-se em duas vertentes, a primeira é o desaparecimento das nascentes e o surgimento de estruturas que impermeabilizam os solos, dessa forma, a nascentes é extinta devido a drenagem de sua água e há interrupção nas áreas de recargas aquíferas próximas a nascente.

Felippe e Magalhães Junior (2012) e Belizário (2015) colaboram com essa evidência considerando que uma das principais consequências das intervenções urbanas na dinâmica das nascentes são as alterações de vazão, transformando a nascente em temporária, ou em casos mais extremos o desaparecimento da nascente.

A falta de controle urbanístico e o crescimento populacional intenso têm provocado ocupações irregulares nas cidades, formando grandes bairros e condomínios em locais ecologicamente relevantes, como as invasões em Áreas de Proteção Permanentes (WWF, 2010; BELIZÁRIO, 2015; GUIMARÃES; RIBEIRO, 2012). Além disso, segundo censo do IBGE parte da população brasileira não recebe abastecimento de água encanada pela rede geral de distribuição, compreendendo 17,15% da população (IBGE, 2010), que procura água diretamente de nascentes e rios próximos às residências, o que é mais frequente em

propriedades rurais. Contudo, a preocupação é com a geração de efluentes, que contaminam as vias hídricas nas cidades e ocasionam proliferação de contaminantes e vetores que provocam doenças graves. De acordo com Tundisi e Tundisi (2005, p. 59), “as doenças de veiculação hídrica aumentam de intensidade e distribuição em regiões de alta concentração populacional”.

O desenvolvimento de cidades é interligada com o crescimento econômico para a região, e com a expansão das cidades ocorre a industrialização, gerando cada vez mais efluentes e resíduos, sendo descartados incorretamente no ambiente e poluindo os aquíferos subterrâneos.

Contudo, a maioria dos impactos gerados nas cidades altera a dinâmica das nascentes, como demonstrado por Felipe e Magalhães Junior (2012), em seu trabalho sobre impactos ambientais urbanos. Como principais impactos são destacados a impermeabilização do solo, os resíduos líquidos e sólidos (esgotos, lixões), a retirada de água subterrânea e da cobertura vegetal, construções, canalização dos rios e ilhas de calor (altera padrão da chuva e da recarga dos aquíferos). Cada um gera impactos no sistema hídrico como um todo, contudo as consequências para as nascentes são a (1) Redução da vazão, (2) Descaracterização das nascentes e o (3) Desaparecimento.

As alterações na vazão das nascentes podem influenciar diretamente nos mananciais de águas que abastecem as grandes cidades, considerando que um rio é abastecido por diversas nascentes, inclusive as nascentes que originam os rios afluentes do curso principal. Dessa forma, é fundamental que os levantamentos sejam realizados a partir da Bacia Hidrográfica (PINHEIRO et al., 2011), considerando todos os impactos ambientais do uso e cobertura do solo e determinar um manejo adequado aos recursos hídricos evitando a degradação ambiental e garantindo a qualidade e quantidade de água para abastecimento dos mananciais.

### 3.3 NASCENTES EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

A Área de Preservação Permanente (APP) é protegida por Lei (Lei nº 12.651 de 2012) e conforme as suas diretrizes, as Apps são fundamentais para conservar áreas de relevância biológica, inclusive os recursos hídricos, sendo determinantes para o abastecimento dos mananciais, e integridade das Bacias



Hidrográficas. O Relatório referente ao Ministério do Meio Ambiente (2011b) esclarece as principais funções das APPs, como: a) Função de Preservar os Recursos Hídricos: protegendo a cobertura vegetal podem exercer um efeito tampão reduzindo a drenagem e carregamento de substâncias para os corpos d'água; b) Função de Preservar a paisagem: garantem a harmonia e equilíbrio à paisagem permitindo a formação de corredores de vegetação entre remanescentes de vegetação nativa, assim mantendo consequentemente a biodiversidade; e c) Função de Preservar a estabilidade geológica: áreas de apps como morros e montanhas são importantes para a biodiversidade e para manutenção e recarga de aquíferos que vão abastecer as nascentes, além de serem áreas sujeitas a deslizamentos de solo, quando desmatadas.

Feistauer et al. (2014) avaliou que mesmo com a aprovação do novo Código Florestal Brasileiro, as propriedades rurais com vegetação remanescentes encontram-se degradadas, demonstrando que apenas uma das dezessete propriedades avaliadas na pesquisa apresentou conformidade nos padrões para Reserva Legal e APP.

De acordo com a Legislação ambiental (Lei nº 12.651 de 2012), todo imóvel rural deve manter área com cobertura de vegetação nativa, chamada de Reserva Legal. Quando localizada na Amazônia Legal, 35% devem ser preservados em áreas de cerrado, enquanto que em área de floresta da Amazônia 80% da área do imóvel devem permanecer reservadas.

Além dos limites previstos para as APP não serem respeitadas, também ocorre relativa redução da proteção dessas áreas, o que pode representar uma vulnerabilidade na disponibilidade hídrica. Conforme Cerqueira et al. (2015), apesar da Lei de 2012 ter mantido o mesmo conceito e a mesma metragem para as APPs estabelecidas no Código de 1965, houve uma alteração significativa, estabelecendo que as APPs de cursos d'água sejam contabilizadas da borda da calha do leito regular e não do seu nível mais alto, portanto, foi reduzida a proteção dos cursos d'água, pois as áreas de várzea, local onde as águas extravasam no período de cheias, passam a ser contabilizadas na metragem. Isso na prática implica na redução de extensão das APPs. Outra observação referente à fragilidade das nascentes é feita pelos mesmos autores, analisando que a descaracterização de nascentes e de olhos d'água intermitentes como APPs pode afetar a médio e longo prazo, os mananciais.

## 4 O BIOMA CERRADO E A DEGRADAÇÃO

A região do Cerrado apresenta clima classificado como Aw por Köppen, denominada de tropical chuvosa, característica de estações bem definidas ao longo do ano: uma estação chuvosa, que tem início no mês de Outubro e perdura até Abril, e outra estação seca, que tem início em Maio e termina no mês de Setembro. Durante a estação seca, a umidade relativa é baixa, permanecendo entre 10 e 30%, e a evaporação alta, sendo que a precipitação pode ser zero em vários meses do ano (MMA, 2011a).

A ocorrência de duas estações bem definidas tem influencia direta sobre a vegetação e as fitofisionomias, o que caracteriza o bioma cerrado. A vegetação do bioma Cerrado apresenta fisionomias que englobam formações florestais, savânicas e campestres, dentre elas são descritos onze tipos fitofisionômicos gerais, enquadrados em formações florestais (Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão), savânicas (Cerrado sentido restrito, Parque de Cerrado, Palmeiral e Vereda) e campestres (Campo Sujo, Campo Rupestre e Campo Limpo), muitos dos quais apresentam subtipos, conferindo ao bioma um mosaico vegetacional (RIBEIRO; WALTER, 1998)

Da mesma forma que a falta da precipitação afeta a vegetação, esse fator influencia a disponibilidade hídrica, inferindo na diminuição dos níveis dos lençóis freáticos e volume de água disponível para a vegetação e fauna endêmica. Mesmo que as diversidades biológicas do cerrado encontram-se adaptadas a essas condições, as alterações nos regimes de chuvas e da dinâmica do fogo modificam o ambiente em intensidades ainda pouco estimadas.

### 4.1 O COMPORTAMENTO DAS NASCENTES NO CERRADO

Com a variação sazonal na periodicidade das chuvas, algumas das nascentes e rios do bioma, frequentemente secam devido ao rebaixamento dos lençóis freáticos, e resurgem juntamente com o período de chuvas, sendo o caso das nascentes intermitentes. De acordo com Fonseca (2005) após um período de seca prolongada no Cerrado as primeiras chuvas são captadas pela vegetação e

solos da bacia, não incorporando imediatamente os cursos d'água, somente as chuvas subsequentes tendem a entrar nos riachos, aumentando a vazão e a correnteza, especialmente em trechos situados perto das cabeceiras.

Consequentemente, as nascentes intermitentes e a dinâmica que ocorrem no cerrado podem ser mais relevantes para esse bioma, em termos de disponibilidade hídrica, em comparação aos outros biomas que dispõem de chuvas mais dispersas e bem distribuídas ao longo do ano.

No bioma Cerrado, os solos hidromórficos estão presentes em diferentes tipos de formações florestais, em áreas alagadas como as mata de galeria e os campos de murundus e próximo de corpos hídricos como os rios e as nascentes. “Estes solos são associados ao afloramento do lençol freático, com relevos geralmente de planos a suave ondulados” (FONSECA, 2005, p. 420).

#### **4.1.1 Ocupação do Bioma Cerrado e os recursos hídricos**

O Cerrado é um importante contribuinte para formação hídrica do Brasil, em suma, o bioma compreende uma infinita rede de ecossistemas lóticos de pequeno porte, como riachos e córregos, além de lagoas naturais e zonas úmidas que são formadas pelo afloramento das águas subterrâneas, dessa forma, de acordo com Fonseca (2005, p. 417) “a região nuclear do bioma Cerrado é considerada o berço das águas brasileiras”.

Contudo é o bioma que perde maior parte da sua área total atualmente. A gradativa ocupação do cerrado foi através da atividade agropecuária que foi ambicionada politicamente, por volta de 1960, através da “Marcha para o Oeste” no período de Vargas, que pretendia impulsionar a economia e a imigração para regiões pouco ocupadas no Brasil. Antes disso, na região do bioma, existiam muitas populações tradicionais, como povos indígenas e quilombolas, que foram perdendo espaço pela ocupação e conflitos territoriais. Segundo a WWF (2012) são encontradas mais de 80 etnias somente no bioma cerrado.

As transformações ocorridas no Cerrado também trouxeram grandes danos ambientais tais como a fragmentação de habitat, extinção da biodiversidade, invasão de espécies exóticas, erosão dos solos, poluição de aquíferos, degradação de ecossistemas, alterações nos regimes de queimadas, desequilíbrios no ciclo do

carbono e possivelmente modificações climáticas regionais (KLINK; MACHADO, 2005). As frequências de focos de queimadas no bioma podem ser de causas naturais ou antrópica, ocorrendo aumento em períodos de secas prolongados. Contudo, Klink e Machado (2005) salientam que apesar do cerrado ser um ecossistema adaptado ao fogo, as queimadas frequentes para estimular o novo crescimento resulta em problemas de lixiviação, compactação do solo e erosão.

O Cerrado é o segundo maior bioma da América do Sul e ocupando aproximadamente 22% do território nacional, a área abrange os estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, Maranhão, Piauí, Rondônia, Paraná, São Paulo e Distrito Federal, além dos encaves no Amapá, Roraima e Amazonas (MMA, 2017). As transformações no bioma em cada estado variam conforme a atividade econômica da região, porém o bioma vem sendo degradado pela expansão da fronteira agrícola, que busca a intensa produção de grãos para exportação, e o fomento para a produção de carne, bem como a exploração extremamente predatória de seu material lenhoso para produção de carvão.

Para garantir a produção agropecuária, principalmente em períodos de seca no cerrado, o uso da irrigação para plantações é extremamente necessário, e com isso “a grande preocupação é que a demanda de água aumenta nos períodos mais secos do ano, quando as vazões são reduzidas” (LIMA; SILVA, 2005, p. 66) isso ocasiona um aumento no consumo e conflitos de uso da água, aumento da contaminação por agrotóxicos nos recursos hídricos rurais, e de forma geral, diminuição da disponibilidade para fauna e flora nativa.

Conforme exposto, a degradação do bioma traz consequências irremissíveis para sua biodiversidade, pois perde áreas fundamentais para preservação, e para recarga dos recursos hídricos, sendo que de acordo com Balbinot et al. (2008) e Tundisi e Tundisi (2010) ao retirar áreas de vegetação nativa a produção hídrica é alterada, afetando aspectos como qualidade, vazão, escoamento superficial, entre outros.

Apesar de pouco protegida,

o bioma apresenta 8,21% de seu território legalmente protegido por unidades de conservação; desse total, 2,85% são unidades de conservação de proteção integral e 5,36% de unidades de conservação de uso sustentável, incluindo RPPNs (0,07%) (MMA, 2017),

e as nascentes de rios estão localizadas nessas áreas de proteção ou em áreas de difíceis acessos. Por essa perspectiva, isso impede o avanço e a ocupação populacional, embora uma grande quantidade de ocupações encontra-se em áreas ilegais, e, dessa forma deterioram o ambiente, geralmente por estarem próximas aos recursos hídricos.

Em uma avaliação preliminar para conhecer a produção e disponibilidade hídrica nas áreas do cerrado, Lima e Silva (2005, p. 70) observaram que

o Cerrado contribui com 14% da produção hídrica superficial brasileira, mas, quando se exclui a bacia Amazônica da análise, verifica-se que o Cerrado passa a representar 40% da área e 43% da produção hídrica total do restante do país,

ainda nesse estudo analisaram que “para as bacias Araguaia/Tocantins, São Francisco e Paraná/Paraguai, este bioma mostrou-se responsável por mais de 70% da vazão total gerada”.

Por conta disso, o Cerrado é um dos biomas fundamentais para preservação, por conta do estado de conservação atual, a sua relevância para outros biomas brasileiros, assim como pela sua localização fronteiriça, além de que pode garantir a disponibilidade hídrica para o desenvolvimento das cidades.

#### **4.1.2 O Cerrado e a falta de água do Distrito Federal**

O Cerrado, bioma presente em nove das 12 regiões hidrográficas brasileiras, já perdeu mais da metade de sua cobertura original, em especial na do Paraná, onde essa perda é de 82%. A perda de cobertura vegetal nativa deste bioma tem impactos diretos e importantes na produção de água para algumas das principais bacias brasileiras (ANA, 2013). Dentre essas perdas do bioma, o crescimento populacional e o desmatamento são os mais referidos, degradando consideravelmente os sistemas naturais.

“Em geral, o processo de degradação ambiental tende a evoluir progressivamente, numa sequência de ações: desmatamento, construção de cidades e indústrias e implementação de processos agrícolas e/ou pecuários” (OLIVEIRA FILHO; MEDEIROS, 2008, p. 34). O desmatamento interfere

indiretamente no ciclo hidrológico, uma vez que sem cobertura vegetal há redução da infiltração da água no solo e aumento do escoamento superficial, o que afeta a dinâmica fluvial de modo geral, além disso, há redução do abastecimento dos lençóis freáticos. Dessa maneira, a perda do solo decorrente do desmatamento aumenta a probabilidade de ocorrência de eventos extremos, tais como inundações, queda de barreiras e provoca o assoreamento dos rios devido ao carregamento de sedimentos (ANA, 2013).

No cerrado as consequências do desmatamento podem ser ainda mais severas. O clima com períodos muito quentes, com baixa umidade relativa do ar por conta da falta de chuvas, pode agravar os focos de incêndios florestais. De acordo com o estudo do MMA (2014), todas as formações vegetais do Cerrado apresentaram média superior a 7.500 focos de queimadas ao ano. Ainda, a falta de água e precipitações em períodos de seca diminui a recarga dos aquíferos, em consequência diminuindo os níveis dos rios e reservatórios de abastecimento das cidades.

Recentemente o Distrito Federal tem enfrentado uma crise hídrica, os reservatórios de Santa Maria e do Descoberto registraram diminuição do volume de água, atingindo níveis críticos, “os dois reservatórios são responsáveis por abastecer 85% da população do DF” (WWF, 2010, p. 55). Segundo Relatório Semestral da Agência reguladora de Águas (ADASA, 2016) com exceção de janeiro de 2016, os demais meses do ano apresentaram valores de pluviosidade mensal abaixo da média histórica e a capacidade de volume útil dos reservatórios atingiram cerca de 19% do volume útil no Descoberto e por volta de 40% da capacidade no reservatório de Santa Maria. No mês de Setembro de 2017, os níveis do reservatório do Descoberto atingiram cerca de 21% e Santa Maria operava com 32% da capacidade, uma redução ainda maior é prevista pela ADASA em novembro.

A mesma situação atingiu a grande São Paulo, em 2014 que contaram com precipitações próximas as mais baixas já registradas no histórico, o que impediu a recuperação dos níveis dos reservatórios. Ainda hoje São Paulo e a região metropolitana alertam para a falta de chuvas e monitoram os níveis dos reservatórios (GALVÃO; BERMANN, 2015).

Contudo, na pesquisa da análise dos dados meteorológicos na gestão dos recursos hídricos realizada por Mesquita (2016) demonstrou que entre 1984 e 2014 não houve alteração nos padrões de precipitação no DF, mas ao comparar o

primeiro ano com o último houve uma grande mudança na sazonalidade da pluviosidade, com aumento das chuvas em 50% comparando os anos de 1984 e 2014. Ainda segundo o autor “com a existência dos períodos de acúmulo de chuvas concentrados em alguns meses do ano, o solo acaba não conseguindo repor a água retirada durante o período de seca” (MESQUITA, 2016, p. 44), e isso pode sugerir que o risco tangente à escassez hídrica pode não ser somente a falta de chuva, como eventos pluviométricos distintos e devem ser consideradas também as características do cerrado e a degradação ambiental.

Quanto mais aumenta a população de uma cidade, maior será a demanda por água, além de que o crescimento das cidades gera outros impactos como a poluição, impermeabilização dos solos, canalização e contaminação de corpos hídricos. De acordo com Lima (2017) a grilagem de terras públicas e a ocupação irregular do solo, resultante do descaso e omissão de governos anteriores no DF, inclusive sobre áreas de proteção de mananciais, unidades de conservação, áreas de recarga de aquífero, de preservação permanente, de nascentes e matas ciliares também agravaram sobremaneira a situação de déficit hídrico e de qualidade da água.

A degradação dos rios e córregos geram inúmeras consequências, tanto econômicas como sociais. Em um trabalho pioneiro, Tundisi e Tundisi (2010, p. 69) apresentam que

a deterioração da qualidade da água aumenta substancialmente os custos do tratamento para abastecimento público. Áreas protegidas com mananciais de boa qualidade necessitam de pouco investimento em tratamento, os custos deste tratamento podem chegar, no máximo, a R\$ 2,00 ou R\$ 3,00 por 1.000 m<sup>3</sup> de água tratada (adição de cloro e flúor). Quando ocorre o desmatamento e aumenta a degradação dos mananciais este custo do tratamento pode chegar a R\$ 250,00 ou R\$ 300,00 por 1.000 m<sup>3</sup>.

Isso demonstra a importância de conservar áreas verdes como APPS e recuperar áreas degradadas, sendo que esses custos afetam diretamente a economia do país.

Os impactos na economia podem ser bem maiores do que se pressupõe, pois como revela Kronemberger et al. (2011) em sua análise:

cerca de 23% dos municípios brasileiros declararam conviver com o racionamento de água, sendo que em 41% deles o racionamento é constante, independente da época do ano. Os motivos são diversos, predominando a seca ou estiagem (66% dos municípios) como causadora do racionamento. As demais causas investigadas foram: insuficiência de

água no manancial (41%), deficiência na produção (35%), deficiência na distribuição (30%) e população flutuante em épocas de veraneio (6%).

Na pesquisa analítica de Fischer et al. (2016, p. 591) foi possível identificar que

a responsabilidade da agricultura, particularmente do agronegócio, na crise hídrica foi unanimidade nos textos científicos analisados, seja através da produção de alimentos, no desperdício na irrigação, no comprometimento com as fontes de água subterrânea, pela contaminação por pesticida, pela perda de biodiversidade, erosão e assoreamento.

Assim, os desmatamentos resultantes das práticas agrícolas ocasionam uma série de alterações nos recursos hídricos, pois a retirada da vegetação ripária pode ocasionar assoreamento nos corpos hídricos, sendo que essa vegetação tem função de reter e filtrar os sedimentos, para que não acumule nos rios, lagos e nascentes, além de potencializar a infiltração da água até os aquíferos subterrâneos. (CERQUEIRA et al. 2015; KOBIYAMA et al., 2012; ANA, 2013). Inclusive Balbinot (2008, p. 143) indica que

a remoção da vegetação onde as raízes atingem normalmente o lençol freático, resulta em aumento imediato na vazão das nascentes, contudo, essa prática não mantém a vazão e pode inclusive comprometer a existência das nascentes.

Portanto, as espécies nativas do cerrado possuem raízes, que além de servir como reservas de carbono, são importantes para infiltração e armazenamento da água nos solos (BALBINOT et al., 2008; TUNDISI; TUNDISI, 2010).

Com as constantes vulnerabilidades que atingem os mananciais no cerrado é necessário conservar as fontes que são essenciais para abastecer os mananciais. De acordo com Sassine (2011), é estimado que no cerrado existam cerca de 20 mil nascentes, que de acordo com o IBRAM (2016) a estimativa é que existam mais de mil nascentes somente no DF, contudo só são conhecidas 220 que estão cadastradas no Projeto Adote uma Nascente (LIMA et al., 2008a).

Contudo, mesmo com o aumento da poluição e do desmatamento, e com a supressão da vegetação ciliar e das nascentes, não é possível estabelecer graus de responsabilidade para a crise de abastecimento, no entanto, sabe-se que todas essas ações influenciam a disponibilidade e a qualidade dos recursos hídricos (CERQUEIRA et al., 2015).

No entanto, é fundamental a gestão dos recursos hídricos para que seja possível garantir abundância e qualidade das águas no Brasil. Mesquita (2016)



apresenta um exemplo da importância da conservação das nascentes do Cerrado, que pode ser observado na Estação Ecológica de Águas Emendadas (ESECAE-Planaltina no Distrito Federal), sendo que nessa unidade de conservação as águas de uma mesma nascente escoam em direções opostas, formando a Bacia do Tocantins-Araguaia e a Bacia Platina. “Nesse caso, as consequências das ações podem ter impacto nacional, indo muito além do local onde ocorrem.” (MESQUITA, 2016, p. 13).

## 5 DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO DAS NASCENTES

### 5.1 FUNÇÕES DAS NASCENTES

A contribuição das nascentes do Cerrado para a sustentabilidade socioambiental advém do valor intrínseco que essas áreas preservadas possuem e que podem oferecer, em forma de recursos. Bem como, a manutenção da rede hídrica da qual as cabeceiras estão envolvidas.

O papel das nascentes é retratado de vários pontos de vista, de forma física, ambiental e socioeconômica. De maneira física, é direcionado para sua importância no fluxo da água para os solos, o ciclo hidrológico e a constância da hidrodinâmica das nascentes. Assim estão relacionadas com o balanço hídrico e a regulação das trocas de energia na biosfera (LIMA, 2008b). Como destacado por Pinto et al. (2004) o manejo e qualidade dos solos estão muito associados à qualidade da água dos corpos hídricos, considerando que ao interceptar a água da chuva, há uma redução da quantidade e da velocidade do escoamento superficial, quando ocorre a infiltração no solo, essa possibilita a recarga do lençol freático, que por fim alimenta as nascentes que formam os rios.

A nascente representa o afloramento de águas subterrâneas que dará origem a uma fonte de água ou o curso de um rio sendo essencial na manutenção e disponibilidade das águas (FERREIRA et al., 2007; CARVALHO et al., 2013).

Do ponto de vista ecológico, mantêm a fauna e flora, sendo que os trabalhos de recuperação e preservação de nascentes envolvem questões relacionadas ao reflorestamento, tais como Calheiros et al. (2004), Pregelli et al. (2008) e Baggio et al. (2013) e a proteção especialmente da zona ripária, que influencia diretamente na vazão da água das nascentes (BALBINOT et al., 2008; LIMA, 2008b) e contribui para a conectividade entre áreas, preservando o fluxo gênico de fauna e flora. Quanto ao enfoque social, a água das nascentes que abastecem os mananciais são fundamentais para o abastecimento das cidades, e por conta disso, geralmente as nascentes possuem uma visão “utilitarista” pela população em geral, como mencionado em Rodrigues et al. (2010), desse modo o

aspecto social engloba basicamente perspectivas consumistas e utilitárias das águas das nascentes e rios.

Outro ponto essencial envolvendo a sociedade é sua percepção ambiental em relação à poluição ou qualquer tipo de contaminação causada pela expansão urbana. Como o trabalho demonstrado por Oliveira et al. (2012) através da percepção ambiental em um pequeno Residencial, em associação do uso da cartografia nas análises, verificou-se que aparentemente a população mostrava-se conscientizada sobre a atitude correta quanto a poluição e ao descarte correto do lixo, contudo os mapas demonstravam presença de lixos nas ruas e lixos queimados evidenciando que muitos daqueles entrevistados que perceberam aspectos de poluição como o lixo nas ruas, não o reconheceram como poluidores em seu bairro, assim como não associam a contaminação dos recursos hídricos do local com a presença de fossas sépticas ou efluentes domésticos. Isso retrata um problema grave no aspecto social e como os trabalhos de educação ambiental estão sendo aplicados nas comunidades.

Evidentemente, o meio econômico abrange da mesma forma que a sociedade, valores para os recursos hídricos. Segundo Fischer et al. (2016) a escassez hídrica e a mercantilização do recurso água são efeitos do meio político e econômico, que através da apropriação indevida e ilegal da água, ocasiona prejuízos para a sociedade. E por conta disso, a conduta social é de preservar a água somente quando se encontra escassa.

Para proteger e garantir o desenvolvimento sustentável das cabeceiras, primeiramente é necessário conhecer mais sobre a complexidade das águas superficiais e a relação com as águas subterrâneas, bem como a participação das nascentes no complexo hídrico, indicando áreas prioritárias para a conservação dos corpos hídricos, assim como manejo adequado nas áreas de recargas e de fluxo contínuo das nascentes e rios.

## 5.2 ANÁLISES DOS IMPACTOS E AS CONSEQUÊNCIAS

As degradações das fontes podem ocorrer de maneira direta ou indireta e de forma pontuais ou difusas, sendo necessário abranger uma área considerável para avaliação dos impactos nas nascentes, isso devido ao sistema de nascentes

ser constituído por vários fatores como a vegetação, os solos, rochas e relevo das áreas a montante das nascentes, entre outros (GOMES et al., 2005).

O quadro 1 apresenta informações básicas dos 19 trabalhos selecionados para análise dos impactos nas nascentes, com as respectivas referências de cada uma, o local de estudo, a quantidade de nascentes avaliadas assim como a classificação dessas e o método aplicado, sendo apresentada abaixo:

Quadro 1- Informações das Fontes Bibliográficas analisadas.

Literatura	Referência	Local	Quantas nascentes	Classificação das Nascentes	Método	Bioma
DOCUMENTOS	WWF (2010)	Todo o Brasil	-	-	-	Todos
	DUARTE et al. (2004)	Município de Bocaiúva-MG	23 nascentes	Nascentes e veredas	Recuperação de nascentes e Diagnóstico Rápido Participativo (DRP)	Cerrado
	CALHEIROS et al. (2004)	Piracicaba-SP	-	-	-	Cerrado
	SMA (2006)	Bacia do Piracicaba, Capivari e Jundiá- SP	8 nascentes	Encosta e de depressão	Visualização e Anotação	Cerrado
ARTIGOS	BELIZÁRIO (2015)	Aparecida de Goiânia-GO	9 nascentes	Pontuais e difusas	Análise macroscópica das nascentes (GOMES 2005)	Cerrado
	CARVALHO et al. (2013)	Município de Pindobaçu-BA	10 nascentes	Somente difusas	Pesquisa cartográfica e Levantamento de análise em campo	Transição Cerrado-Caatinga
	FERREIRA et al. (2007)	Município de Lavras-MG	1 nascente	Nascente difusa	Levantamento Florístico para recuperação	Transição Cerrado-Mata Atlântica
	LEAL et al. (2017)	Município de Capão Bonito- SP	15 nascentes	Pontuais e difusas	Análise macroscópica das nascentes (GOMES 2005)	Cerrado
	PINTO et al. (2004)	Lavras-MG	177 nascentes	Pontuais e difusas	Medições das vazões das nascentes pelo processo direto	Transição Cerrado-Mata Atlântica
	GOMES et al. (2005)	Uberlândia-MG	16 nascentes	-	Análise macroscópica das nascentes (GOMES 2005) e IIAN	Cerrado
	PINTO et al. (2005)	Lavras-MG	12 nascentes	Pontuais e difusas	Levantamento Florístico	Transição Cerrado-Mata Atlântica
	PREGELLI et al. (2008)	Campo Grande-MS	2 nascentes	Vereda e intermitente	Levantamento Florístico para recuperação	Cerrado
	ZANZARINI e ROSOLEN (2008)	Município de Araguari-MG	1 nascente	Intermitente	Recuperação da Mata Ciliar	Cerrado
	GUIMARÃES e RIBEIRO (2012)	Rio Verde-GO	18 nascentes	Pontual, difusa e múltiplas	Análise macroscópica das nascentes (GOMES 2005)	Cerrado
	BIELLA e COSTA (2006)	Caldas Novas-GO	10 nascentes	Nascentes e veredas	Análise das Nascentes e avaliação da preservação da área	Cerrado
	MARTINS et al. (2015)	Município de Pindorama - SP	6 nascentes e foz	-	Índice da Qualidade da Água (IQA) e Resolução CONAMA 357/2005	Transição Cerrado-Mata Atlântica
	PINHEIRO et al. (2011)	Sorocaba-SP	3 nascentes	Encosta e intermitentes	Medições de vazão e estado de conservação das nascentes	Transição Cerrado-Mata Atlântica

TESES	GOMES (2015)	APA da Serra da Ibiapaba- Piauí	64 nascentes	Pontuais e difusas	<b>Análise macroscópica das nascentes (GOMES 2005)</b>	Transição Cerrado- Caatinga
	MARMONTEL (2014)	São Manuel-SP	4 nascentes	-	<b>Índice da Qualidade da Água (IQA) e Resolução CONAMA 357/2005</b>	Transição Cerrado-Mata Atlântica

1

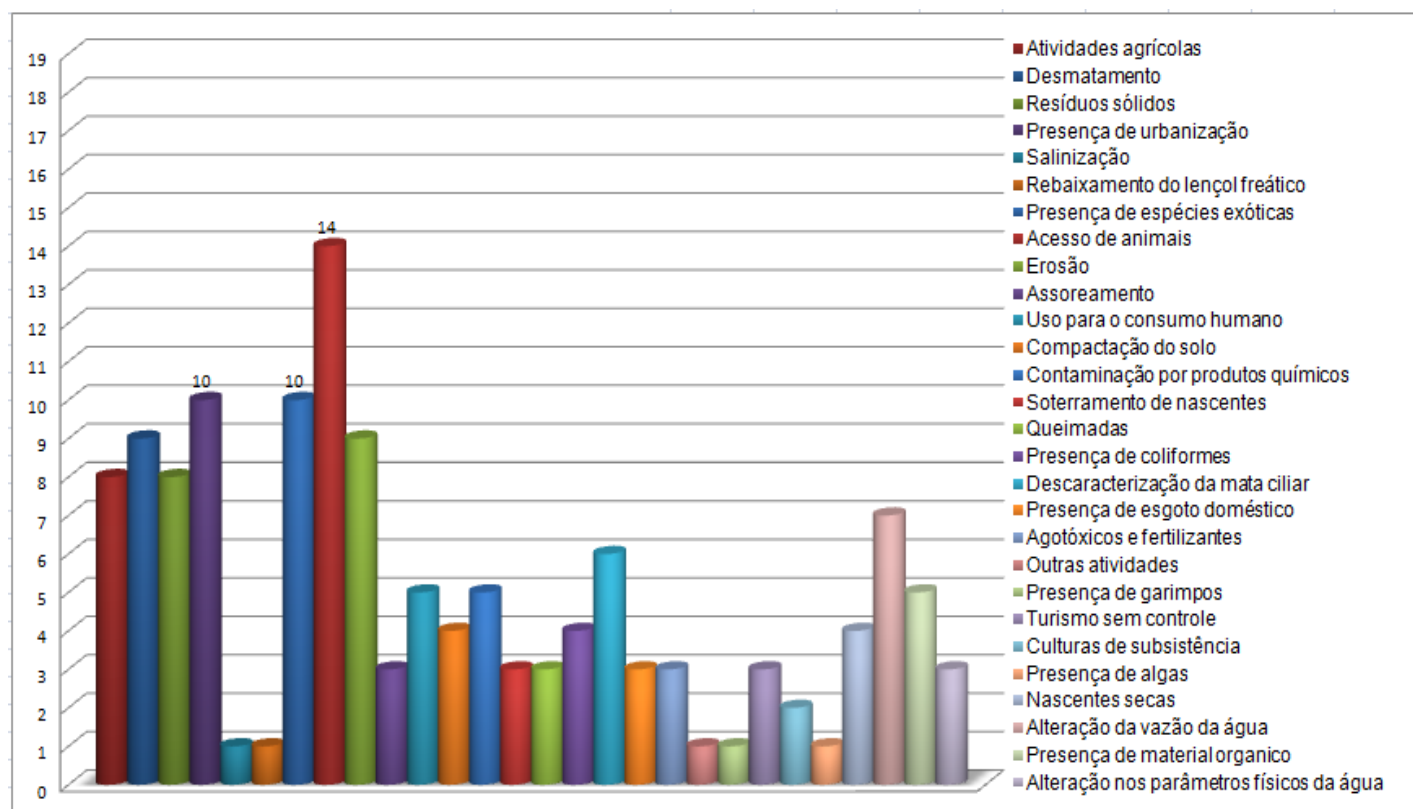
<sup>1</sup> Legenda: Grupo 1-Vermelho: Análise macroscopica das Nascentes ; Grupo 2- Azul escuro: Levantamento Florístico; Grupo 3- Verde: Medições de vazão da água; Grupo 4-Roxo: Índice de Qualidade da Água (IQA)

Conforme o quadro acima é possível verificar as 19 referências utilizadas para o diagnóstico dos impactos das nascentes, e os métodos agrupados em cores, vermelho para “Análise Macroscópica das Nascentes”, azul para “Levantamento Florístico”, verde para a “Medição de vazões” e, finalmente, roxo para o “IQA”.

Dos 28 impactos listados, foi possível identificar o maior numero de citações dos impactos nas fontes selecionadas. O “Acesso de animais nas nascentes” foi o impacto mais citado com 14 citações entre as 19 publicações avaliadas, seguido da “Presença de espécies exóticas” e “Presença de urbanização” com 10 citações cada uma.

O Gráfico 1 representa todas as atividades impactantes citadas nas nascentes e a quantidade de citações de cada impacto entre as 19 fontes bibliográficas analisadas.

**Gráfico1. Quantidade de citações de cada impacto pelas Fontes Bibliográficas.**



De acordo com Pinto et al. (2004) como principais perturbações encontradas nas nascentes em sua pesquisa, foi destacada a compactação do solo (principalmente pelo gado) e grandes voçorocas, o que é muito comum, segundo o

autor em áreas que sofrem queimadas e intemperismo. Contribuindo para o aspecto: “Acesso de animais às nascentes” ter sido o fator mais citado.

Segundo Leal et al. (2017), a partir da avaliação macroscópica, foi observado que a presença de espécies exóticas, tanto animal, como o javali (*Sus scrofa*) como vegetal (*Pinus* spp.), e a ausência de vegetação nativa na área de preservação permanente foram os impactos ambientais negativos mais frequentes no seu objeto de estudo.

Em Guimarães e Ribeiro (2012) os fatores que mais prevaleceram no critério negativo foram a proximidade com as residências e a falta de proteção do local, que são parâmetros de extrema importância, para a conservação das nascentes. Dessa forma, essa pesquisa contribuiu para o fator “Presença de urbanização” e “Uso para consumo humano”, sendo que “a proximidade com residências e o uso por humanos foram evidenciados em todas as 18 nascentes, onde os moradores locais retiram água para a prática de irrigação de hortas.” (GUIMARÃES; RIBEIRO, 2012, p.10)

Também houve itens menos significativos entre as fontes, como a “salinização do solo”, que geralmente se deve ao manejo inadequado da irrigação e o “rebaixamento do lençol freático”, que ocorre devido à extração excessiva de água das camadas subterrâneas serem maiores que sua reposição pela recarga natural, mencionado somente pelo documento do WWF (2010), esses fatores podem estar relacionados com o fato de que essas alterações são difíceis de serem analisadas em métodos não invasivos e em curto prazo, ou seja, são alterações que são ocasionadas a um longo período de tempo e é preciso medições regulares para constatação desses impactos.

Das fontes pesquisadas, Gomes (2015), Biella e Costa (2006) SMA (2006) e o Duarte et al. (2004) foram os que evidenciaram nascentes que secaram nas regiões dos respectivos estudos. Segundo o Projeto Olho d’água (DUARTE, et al., 2004), no levantamento realizado pelo projeto em 2002, “das 19 nascentes existentes na região, 6 estavam completamente secas e as outras em estado crítico ou sofreram redução do volume de água nos últimos 10 anos”. Em Biella e Costa (2006, p. 8) “das 10 áreas analisadas no estudo, 6 estavam completamente descaracterizadas e com as veredas secas, sendo que 2 dessas nascentes foram soterradas por construções.” Em SMA (2006) uma das 8 nascentes pesquisadas foi



“queimada” juntamente com a cana-de-açúcar pelo proprietário rural, e não ressurgiu.

Gomes (2015, p. 106) não identifica quantas nascentes secaram, porém o estudo aponta que

na área aberta, que não foi cercada, com livre acesso de pessoas e animais, muitas nascentes difusas secaram. Evidencia-se a compactação do solo, muitas marcas de pisoteio de animais, erosão laminar, desmatamento e perda da biodiversidade.

As consequências previstas sobre os impactos de urbanização desordenada e espécies exóticas no local, foram mencionados por Belizário (2015), Leal et al. (2017) e Zanzarini e Rosolen (2008) como alteração na produção de água, ocasionando a falta dos recursos hídricos ou o comprometimento da qualidade dos mananciais. Entre outros, Gomes (2015) e Marmontel (2014) relacionam os impactos citados nas nascentes com a perda da biodiversidade, afetando diretamente a fauna e a flora nativa. Como efeitos mais extremos são citados consequências para o abastecimento dos mananciais ocasionando a falta de água potável para o fornecimento público como referido em WWF (2010), Calheiros et al. (2004), SMA (2006), entre outros.

### 5.3 CORRELAÇÃO ENTRE OS FATORES DE IMPACTO

A correlação entre os impactos revelou que a PRESENÇA DE URBANIZAÇÃO estava correlacionada com os RESÍDUOS SÓLIDOS, assim como estava correlacionada também com o DESMATAMENTO.

A PRESENÇA DE ESPÉCIES EXÓTICAS foi correlacionada ao fator DESMATAMENTO, porém a ATIVIDADE AGRÍCOLA foi relacionada mais com o ACESSO DE ANIMAIS A NASCENTE, isto é, o desmatamento pode estar permitindo a colonização de espécies oportunistas no ambiente, mais que a presença de atividades agrícolas.

As correlações mais fortes entre as citações foram com o fator mais presente entre os textos: o ACESSO DE ANIMAIS AS NASCENTES, correlacionado com a PRESENÇA DE URBANIZAÇÃO, PRESENÇA DE ESPÉCIES EXÓTICAS e com a EROSÃO. Ou seja, o acesso de animais as nascentes é permitido pelos proprietários rurais que resulta na degradação do ambiente, tolerando que os animais utilizem a água da nascente, isso pode gerar a contaminação da água e

compactação do solo, provocando a erosão e favorecendo a propagação de espécies exóticas, assim impedindo que espécies nativas sejam capazes de crescer no ambiente alterado.

Por fim, a correlação entre os impactos revelou que os resultados são consequências indiretas de atividades antrópica, como o desmatamento e a urbanização desordenada.

#### 5.4 ANÁLISE DOS MÉTODOS

As fontes bibliográficas compreendem vários métodos de avaliação para as nascentes. Alguns trabalhos, mesmo seguindo o mesmo método, apresentavam modificações conforme as propostas e objetivos propostos em cada trabalho.

A maioria dos métodos com o objetivo de identificar os tipos de impactos nas nascentes tende a ser descritivos, ou seja, oferece uma visualização da situação de conservação das nascentes, no entanto não abrangem a magnitude dos problemas encontrados.

Com o objetivo de retratar a qualidade ambiental e o estado de conservação das nascentes, Gomes et al. (2005) e Felipe e Magalhães Junior (2012) desenvolveram a avaliação macroscópica das nascentes juntamente com o Índice de Impacto Ambiental das Nascentes (IIAN). Através de uma análise sensorial e perceptiva que considera a coloração aparente, o odor da água, o lixo no entorno, os materiais flutuantes, a presença de espumas e óleos, o esgoto, a vegetação, a presença de animais, o uso por seres humanos, entre outros parâmetros, que são padronizados pelo método e adquirem um valor após a análise perceptiva. Com a somatória dos valores obtidos através da análise, são enumeradas 5 classes (Classe A-ótimo; Classe B- boa; Classe C-razoável; Classe D- ruim; Classe E- péssima). Os quadros que demonstram esse método podem ser encontrados no ANEXO A. Esse método consegue fundamentar os impactos, revelando as causas e consequências nas nascentes, permitindo uma análise fundada e subsidiando um manejo mais adequado, além disso, indica o estado de conservação das nascentes.

Outra abordagem para diagnóstico da qualidade das nascentes é o Índice de Qualidade da Água (IQA), mais utilizado para grandes rios e lagos, mas que pode determinar contaminações não visíveis na água.

O IQA é calculado com base em nove parâmetros: temperatura, sólidos totais, pH, turbidez, coliformes termotolerantes, demanda bioquímica de oxigênio, oxigênio dissolvido, fósforo total e nitrogênio total. Cada um destes parâmetros recebe um determinado peso no cálculo do IQA. (ANA, 2013, p. 67)

Conforme a Tabela apresenta, Martins et al. (2015) e Marmontel (2014) desenvolveram suas propostas baseadas no método, e comparando os resultados de acordo com o enquadramento de corpos d'água pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005).

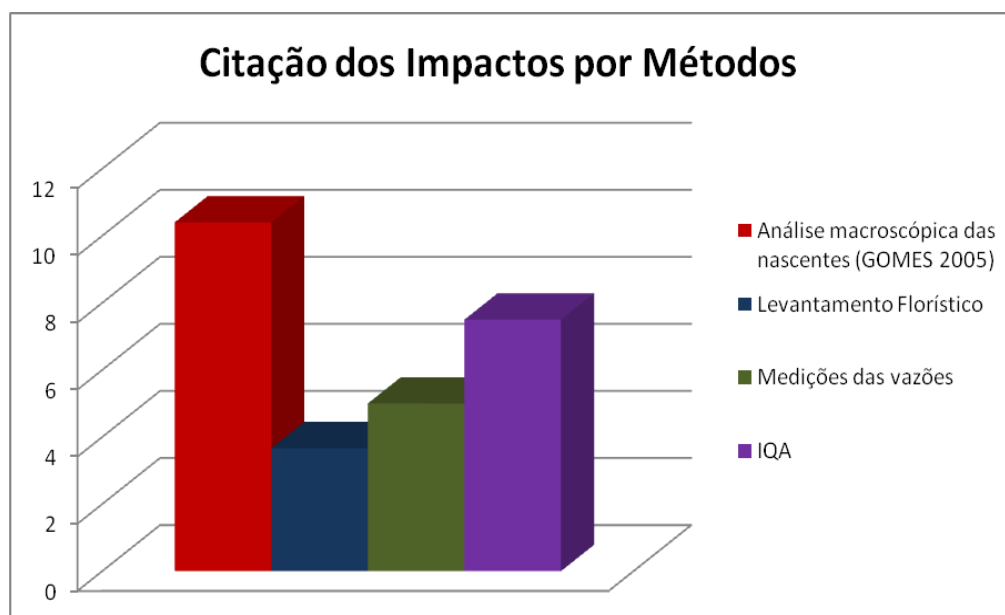
Nas pesquisas de Martins et al. (2015) e Marmontel (2014) apesar dos parâmetro analisados apresentarem alterações a qualidade da água foi classificada como qualidade boa, adequadas para o uso agrícola e abastecimento público, respectivamente. Por conta disso, o método é fundamental para o monitoramento da qualidade dos recursos hídricos, contudo é necessário que esse método seja ponderado conforme o estudo, o ambiente, e outros fatores interferentes de cada local. Como Pinto et al. (2012, p. 503) relata

o IQA representa uma ferramenta de gestão ambiental imprescindível para os órgãos públicos, porém se faz necessária uma investigação mais detalhada que indique caso a caso qual o melhor indicador ambiental.

Trabalhos com Levantamento Florístico da área para recuperação ou revitalização das nascentes também são muito comuns e indispensáveis quando se trata de nascentes. Apesar de nem sempre avaliar a qualidade da água, essas pesquisas objetivam soluções para as áreas estudadas, através da recuperação da área degradada, e orientam para melhoria da qualidade ambiental. Ferreira et al. (2007) utilizou da regeneração natural como estratégia de recuperação para área de uma nascente resultando na revegetação da mata ciliar, no entanto alertou para o manejo no controle de *Bracchiaria* sp. para alcançar a conservação da nascentes. Pregelli et al. (2008) realizou o monitoramento das mudas nativas em campo para fins de recuperação de mata ciliar das nascentes, considerando que cerca de 70% das espécies plantadas nas áreas das duas nascentes, sobreviveram após 10 meses de monitoramento. Mesmo em área com características distintas, trabalhos como esses colaboram com informações relevantes para conservação e recuperação das nascentes no Cerrado brasileiro. Além desses métodos foram descritos outros como apresentados no Quadro 1.

Após a classificação e análise dos métodos aplicados nas fontes, determinou-se que o método “Análise Macroscópica” compreendeu uma média maior de citações de impactos entre os métodos avaliados, conforme representa o gráfico 2, obtendo um resultado mais amplo de impactos, enquanto os outros métodos avaliados podem enfatizar impactos mais específicos.

**Gráfico2. Citações dos Impactos por Método utilizado nas pesquisas.**



O método da análise macroscópica, por ser mais descritivo, pode ser considerado adequado por analisar melhor a área de pesquisa, ou então, pode ser considerado impróprio, pois induz ao aumento na análise de impactos insignificantes (de acordo com o que cada proposta visa). Contudo, o método “IQA” também apresentou uma média mais elevada, evidenciando que foram relatadas uma quantidade de números significativos de impactos por fontes de acordo com o método, sendo esse método é eficiente para diagnosticar os efeitos nas nascentes.

## 5.5 VULNERABILIDADES DAS NASCENTES

As vulnerabilidades nas nascentes são todas as condições ou um conjunto de situações que colocam esses sistemas em risco.

Conforme Pinto et al. (2004) em seu trabalho com o objetivo de obter a vazão natural das nascentes em uma área preservada (50 metros de vegetação natural no entorno das nascentes) utilizou da análise para realizar um diagnóstico entre nascentes perturbadas e degradadas e pontuais e difusas. O estudo destacou que parte das nascentes pontuais e perturbadas (33%) e as degradadas (47%) encontraram-se em áreas com declive entre 12-20% (relevo baixo, mas suave), sendo que essas áreas podem influenciar na preservação das nascentes, pois essa declividade permite o uso do solo por máquinas agrícolas. Constatando, que áreas mais planas possibilitam a utilização das áreas do entorno das nascentes e abertura da vegetação ciliar para adquirir mais espaço para produção agrícola. Segundo a autora (PINTO et al., 2004, p. 202), “este fato determina os 87,91% do não cumprimento da legislação nas nascentes presentes nesta classe de declividade.”

Ao longo da pesquisa bibliográfica, foi possível observar a importância de um diagnóstico aprofundado das nascentes no meio em que estão inseridas e considerar o processo histórico da degradação na área. Como exemplo, a maioria das pesquisas que utilizaram da metodologia de Gomes et al. (2005), apresentavam em suas análises o tipo de área de inserção (áreas privada, pública ou preservadas), sendo fundamentais para determinar as causas e efeitos nas nascentes e estabelecer a melhor solução para garantir a preservação.

De acordo com alguns autores, a descaracterização das matas ciliares e a atual conduta diante das APPs são fatores que comprometem a integridade das nascentes e outros corpos hídricos. De acordo com Biella e Costa (2006) e Belizário (2015) apesar das leis e do Código das Águas oferecerem proteção às áreas de preservação permanentes, é visto que na prática, as APPs juntamente com as nascentes são submetidas às investidas imobiliárias.

Apesar de não possuir uma análise aprofundada da quantidade de nascentes soterradas, alguns artigos apresentam relatos de práticas criminais de aterramento de nascentes, como o caso de Vieira e Granemann (2009) que relatam o soterramento de uma nascente dentro do domínio do Parque Ecológico e de Uso Múltiplo Olhos d'água localizado no DF, por uma construtora e a falta de comprometimento do Poder público com a área. Como já citado acima, outros autores relatam a mesma prática de obstrução, soterramento e posteriormente, esgotamento da fonte. Porém, a realidade é que não existem estimativas de quantas

nascentes já foram extintas, e nem ao menos estudado os efeitos em curto, médio e longo prazo do desaparecimento dessas nascentes.

## 5.6 SOLUÇÕES PROPOSTAS

Conforme soluções propostas pelas fontes consultadas, a maioria cita a conscientização da população, como a educação ambiental e melhorias na gestão pública como principais meios. Belizário (2015) e Biella e Costa (2006) mencionam mudanças nas políticas públicas e na legislação, que segundo os autores está cada vez mais branda.

Calheiros et al. (2004) chega a aludir sobre a redistribuição de estradas e eliminação das instalações rurais muito próximas das nascentes, contudo, essa proposta seria muito dispendiosa, além de não garantir a preservação das nascentes. Todos os trabalhos com foco na recuperação das nascentes identificaram a necessidade de estruturas protetoras para as nascentes, Zanzarini e Rosolen (2008) apontam inclusive para a possibilidade de formação de uma cerca natural protegendo a mata ciliar da entrada do gado nas nascentes.

Apesar das soluções propostas serem favoráveis à recuperação das nascentes, ainda são muito pontuais e não continuadas. É preciso um instrumento capaz de reunir informações, quantificando as nascentes e qualificando (mesmo que visualmente) o estado de conservação e a área de inserção. Assim, seria possível obter informações preliminares do estado de conservação das nascentes rurais e urbanas, realizando uma estimativa e um monitoramento da gravidade dos impactos nas nascentes.

## 6 RECUPERAÇÃO E PRESERVAÇÃO DE NASCENTES

A recuperação das nascentes é determinante para a manutenção da rede hídrica, pois os ecossistemas encontram-se degradados, em especial aqueles que possuem alguma proteção. Conforme o Plano de ação do MMA (2014, p. 29) Em face da perda crescente de vegetação nativa e dos efeitos sobre o meio ambiente e recursos hídricos,

ressalta-se a importância dos serviços ambientais prestados pelas Unidades de Conservação e demais espaços especialmente protegidos (como a reserva legal e a área de preservação permanente) que envolvem nascentes, veredas, encostas, topos de morro e matas ciliares, para proteção do patrimônio natural e produção e conservação dos recursos hídricos.

Diversos trabalhos como Calheiros et al. (2004), Paula, et al. (2009), Neves et al. (2014) e Baggio et al. (2013) são unânimes quando se trata das etapas de recuperação das nascentes. Primeiramente é fundamental que a ação de degradação seja interrompida e a área isolada, para que o processo de sucessão ecológica atue e que a área possa ser recuperada, sem interferências externas.

Com o isolamento evita-se o acesso livre ao local, possibilitando que animais domésticos não contaminem a água, e que não ocorra compactação do solo próximo das nascentes por animais como o gado, assim como o acesso do homem, proibindo o desmatamento, a pesca e a caça no local (CALHEIROS et al., 2004). Com isso objetiva-se que o ambiente regenere e recupere a mata ciliar, sendo que essa “desempenha papel prioritário na manutenção de padrões de qualidade do ar, do solo e principalmente da água” (NEVES et al., 2014, p. 757). A recuperação também pode ser realizada através de plantações diretas para aquelas áreas extremamente degradadas, ou como auxílio na recuperação, porém, é importante que ocorra um acompanhamento e manutenção das mudas e das taxas de crescimento, garantindo a recuperação da área.

Após a análise dos impactos citados nos textos, o acesso de animais, como o gado, galinhas e suínos, nas cabeceiras de rios foi muito discutido entre as fontes bibliográficas. Calheiros et al. (2004), Pinto et al. (2004) e Gomes (2015) foram unânimes ao mencionar como o isolamento da área para que os animais não tivessem acesso a água e providenciar bebedouros para os animais, para evitar que

esses procurem a água nas nascentes. Duarte et al. (2004), Zanzarini e Rosolen (2008) e Baggio et al. (2013) mencionam a conscientização dos proprietários rurais para essa questão, visto que a reversão desse impactos dependem inteiramente da colaboração desses atores.

Outro ponto mencionado por Venzel et al. (2016) em seu trabalho de revitalização das nascentes citou a problemática das espécies invasoras, sendo um dos principais pontos mais citados entre os trabalhos, conforme o gráfico 1. A questão é fundamental para a prática de recuperação ambiental, mas também é muito complexa. Entre as maiores pragas a *Bracchiaria sp.* é a mais mencionada entre os trabalhos com o tema de recuperação de nascentes.

Para efetivar a recuperação das nascentes é preciso uma avaliação e monitoramento das áreas diagnosticando a situação ambiental e o estado de conservação das matas ciliares. A cobertura vegetal natural apresenta funções de:

(1) mitigação do clima (temperatura e umidade), (2) mitigação do hidrograma (redução da enchente e recarga ao rio), (3) controle de erosão, (4) melhoramento da qualidade da água no solo e no rio, (5) redução da poluição atmosférica, (6) fornecimento de oxigênio (O<sub>2</sub>) e fixação do gás carbono (CO<sub>2</sub>), (7) prevenção do vento e barulho, (8) amenidade, recreação e educação, (9) produção de biomassa, (10) fornecimento de energia, (KOBIYAMA et al. 2012, p. 24).

Dessa forma, a mata ciliar tem sua relevância para os sistemas hidrológicos, principalmente pela proteção que confere para o leito dos rios contra os processos de degradação e contaminação.

São destacadas as etapas para a recuperação ambiental, sendo de extrema importância plantar espécies de árvores nativas, com bom sistema radicular e boa adaptação ao clima local, seguindo a escolha do sistema de reflorestamento, a escolha das espécies, a distribuição dessas no local, e o plantio e manutenção das mudas (WWF, 2010). Cada área deve ter o próprio diagnóstico e deve ser aplicado o melhor método considerando as taxas de crescimento e a sucessão ecológica que ocorre em determinada área.

Em uma pesquisa com o intuito de recuperar nascentes em área de Cerrado, Pregelli et al. (2008) considera várias espécies nativas de acordo com suas categorias sucessionais e suas características de adaptabilidade às condições das nascentes e da mata ciliar. Para tanto, as espécies com melhores condições de crescimento e sucessão para o estudo em questão foram



dentre as pioneiras: *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Aroeira), *Jacaranda caroba* (Vell.) A. DC. (Caroba), *Cedrela fissilis* Vell. (Cedro), *Amburana cearensis* (Fr. Allem.) A. C. Smith (Cumaru), *Inga vera* Willd. (Ingá), *Tapirira guianensis* Aubl. (Peito de pomba) e *Croton urucurana* Baill. (Sangra d'água) e Não Pioneiras: *Tabebuia alba* (Cham.) Sandwith (Ipê), *Genipa americana* L. (Genipapo), *Calophyllum brasiliense* Cambess. (Guanandi), *Schefflera morototoni* (Aubl.) Maguire (Mandiocão), *Hymenaea courbaril* L., Steyerl. & Frodin (Jatobá) e *Eriotheca candolleana* (K. Schum.) A. Robyns (Embirucu). (PREGELLI et al., 2008)

Considerando as pesquisas do Projeto Olho D'água,

as espécies nativas encontradas como predominantes nas cabeceiras e matas ciliares foram a gameleira, o ingá, landin, pindaíba, laranjeira do brejo, Maria Mulata, pau d'óleo, aroeira, buriti, jenipapo, tucanera. (DUARTE et al., 2004)

Contudo, no estudo de Vilela (2006, p. 57) com o objetivo de avaliar a recuperação da mata ciliar no entorno de 3 nascentes, concluiu-se que:

o método de plantio de mudas, na forma como foi realizado (plantio direto), apresentou baixa eficiência, caracterizada, principalmente, por altas taxas de mortalidade, de até 90% das mudas aos 25 meses analisados.

Esses trabalhos que buscam avaliar o processo de recuperação da mata ciliar no entorno de nascentes são de grande importância, pois disponibilizam informações para identificar quais as espécies que garantem uma regeneração natural para o bioma cerrado, assim como avaliam o método aplicado em cada estudo, adquirindo maior eficiência para recuperação da área com um esforço menor.

A recuperação de matas ciliares e a sua conservação assim como a proteção das nascentes são de extrema importância para que se possa interligar e proteger partes da fauna que se encontra em risco de extinção, além de que a fauna auxilia na recuperação da flora ao dispersar sementes e fertilizar os solos, dessa forma, sendo dependentes para manter o equilíbrio ambiental (DEMICHEI; NISHIJIMA, 2012).

No entanto, para promover a recuperação ambiental é preciso de um fator essencial, a participação popular.

## 6.1 A EDUCAÇÃO AMBIENTAL E O PAPEL NA PRESERVAÇÃO

“A Educação Ambiental pode provocar processos de mudanças sociais e culturais que visam promover a sensibilização da sociedade quanto à crise ambiental e a urgência na mudança de padrões de uso dos bens ambientais” (DEMICHEI; NISHIJIMA, 2012, p. 1231). Porém, as iniciativas ainda são pontuais e descontinuadas, e algumas nem possuem alcance de metas.

Dentre alguns trabalhos para a recuperação das nascentes, envolvendo a educação ambiental, nasceu o projeto Adote uma Nascente, criada em 2001 pela Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente do Governo do Distrito Federal. “O Adote uma nascente pretendeu suprir a ausência de noções básicas de Educação ambiental e a carência de orientações técnicas de modo a garantir, além da preservação ambiental a sustentabilidade das nascentes” (LIMA et al., 2008a). Em parceria com a WWF-Brasil, o programa conta com o voluntariado adotante das nascentes ou então como parceiros do Projeto, chamado de “Padrinhos”. Esse Programa abrangeu todo o DF inclusive as Regiões administrativas. Segundo dados de Lima et al. (2008a), em 2008 havia no DF 152 nascentes cadastradas, além de 54 em análise e outras 42 aguardavam vistoria técnica, sendo que a bacia do DF que apresentou maior quantidade de nascentes cadastradas foi a do Descoberto. Isso porque o foco do programa foi priorizar a proteção dos olhos de água que abastecem os reservatórios do Descoberto e de Santa Maria, sendo essas regiões vitais para os mais de 500 mil habitantes do DF (WWF, 2010).

De acordo com WWF em 2010, o programa atingiu um marco de 220 nascentes cadastradas e a maior parte estão recebendo doações encaminhadas por padrinhos ou por intermédio da parceria com o Ministério Público do Distrito Federal. “Como as adoções podem ocorrer em áreas públicas, 39% delas aconteceram em terrenos baldios, parques e unidades de conservação. Os 61% de outras adoções beneficiaram nascentes situadas em propriedades particulares” (WWF, 2010, p. 64).

O Programa Adote uma Nascente é exemplo de envolvimento entre órgãos ambientais e apoios institucionais com o engajamento populacional, resultando em comprometimento e sustentabilidade para a região. Desse modo é indispensável o papel da educação ambiental na formação de uma sensibilidade conservacionista, pois “no momento em que pessoa sente-se inserida no ambiente em que vive agirá de forma consciente” (DEMICHEI; NISHIJIMA, 2012, p. 1229).

Contudo, a recuperação e preservação das nascentes e mananciais de águas ocorrem de maneira efetiva somente quando estão associadas à educação

ambiental. As causas antrópica são os principais motivos de degradação e deterioração dos recursos hídricos, por outro lado, a visão “utilitarista” que a população tem em relação à água pode ser um meio de garantir a sua preservação. Conforme o estudo realizado por RODRIGUES et al. (2010), esse revela que através da percepção ambiental de jovens e adultos de uma escola pública de Ouro Preto (MG), foi possível observar que cerca da metade dos entrevistados quando questionados sobre a importância das nascentes de rios, responderam que servem essencialmente para o abastecimento de água nos municípios, de atração turística, para criação de gado, ou para lavar roupas. Ou seja, essa comunidade em questão observa a importância das nascentes, através da utilização da água para suas atividades cotidianas.

Para mudar essa visão “utilitarista” para uma “conservacionista” é essencial que programas de educação ambiental sejam associados a algum projeto que envolva relação sociedade-natureza, objetivado apresentar outro ponto de vista sobre a importância da água, das nascentes e da conservação ambiental para o futuro.

## 6.2 PERSPECTIVAS FUTURAS

O aumento na demanda por recursos naturais põem em risco uma série de sistemas ambientais e assegura os padrões econômicos insustentáveis.

Diante da existência de diversas políticas de desenvolvimento que impactam no uso quantitativo e/ou na qualidade dos recursos hídricos é necessário considerar a água como um dos elementos estratégicos das políticas públicas de desenvolvimento. (WWF, 2014, p. 31).

A formulação das políticas faz uso dos instrumentos legais, contudo não sustenta uma ação fiscalizadora continuada, além disso, é possível investir em áreas de conhecimento e tecnologias sustentáveis, sem gerar custos excedentes. A avaliação a respeito da situação dos recursos hídricos no cerrado, especificando a intensidade dos impactos, deve orientar possíveis debates e discussões para melhorar a qualidade ambiental. Por meio de pequenas ações e com estímulos à preservação ambiental muitas vezes é possível mudar a conscientização de uma comunidade, dispondo de informações e divulgando processos de aprendizagem.

Quanto ao processo de desmatamento é importante considerar os grandes e pequenos proprietários rurais como ferramenta de mitigação. Um dos métodos de incentivo a produtores rurais é a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais, Projeto de Lei nº 312 de 2015 (BRASIL, 2015a), que considera que o produtor rural que tomar medidas para preservar áreas ou desenvolver iniciativas de preservação ou recuperação ambiental em sua propriedade, por exemplo, a preservação de uma nascente, pode ser recompensado financeiramente por isso. Isso visa preservar as áreas que não são consideradas Reserva Legal ou APPs, mas que podem favorecer e beneficiar a preservação ambiental.

Recentemente, foi aprovado pela Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável o Projeto de Lei nº 1.688/2015, que objetiva proporcionar mais força à proteção das nascentes e estimular ações para conservação e recuperação das matas ciliares. O Projeto de Lei visa criar o Fundo de Recuperação de Nascentes de Rios (FUNAREN), e pretende assegurar a aplicação permanente de recursos em ações voltadas ao reflorestamento e outras medidas visam à recuperação e à preservação de áreas localizadas no entorno de nascentes e ao longo de cursos d'água (BRASIL, 2015b), porém, até o momento está aguardando designação de relator na Comissão de Finanças e Tributação (CFT). Esse é um incentivo para garantir a manutenção das nascentes, sendo que até então não havia instrumentos legais para apoiar a recuperação especificamente das nascentes. Apesar do Projeto de Lei englobar apenas as nascentes do meio rural, é um marco na direção da conservação das nascentes.

A proteção das cabeceiras também pode assegurar o abastecimento populacional, visto que a disponibilidade de água não depende somente dos reservatórios, mas também do escoamento de água da bacia e da integridade da zona de recarga aquífera. Devido a isso, o WWF (2015) intensifica a importância da Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais, além de sugerir a criação de um Plano Nacional de Proteção de Nascentes e Mananciais, que poderia reforçar o uso racional da água e da proteção da água das fontes e mananciais, para um fornecimento mais uniforme por todo o Brasil.

A criação de um Comitê ou Observatório de Nascentes seria uma maneira de iniciar uma conservação participativa dentro das Bacias hidrográficas, trazendo novos pontos de vista e medidas para proteção das nascentes e dos mananciais das regiões.

Como as cabeceiras têm distintas formas de degradações, “devem ser promovidas políticas públicas de gestão de recursos hídricos de forma descentralizada e participativa” (WWF, 2014, p. 39) envolvendo discussões e debates a respeito do tema em todas as esferas, sejam públicas, privadas, governamentais ou não governamentais. Assim como em políticas e planos ambientais apresentando maior transparência e participação social, com metas claras e alcançáveis, objetivando curto e longo prazo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo do papel das nascentes permitiu compreender diversas funções aplicadas às nascentes. Do ponto de vista ecológico, as nascentes compreendem uma rede de conectividade entre a surgência das águas e a proteção da vegetação ciliar, envolvendo a hidrodinâmica, o fluxo, a infiltração, o escoamento, a vazão das águas, entre outros aspectos. Enquanto nas fontes com objetivos socioeconômicos são pontuadas a valoração e a visão social sobre o recurso água.

Os impactos nas nascentes mais citados entre a bibliografia foram: 1) Acesso de animais às nascentes; seguido da 2) Presença de espécies exóticas e; 3) Presença de urbanização. Isso evidencia que o Acesso de animais nas nascentes pode ser um impacto maior e mais frequente do que se presumia, além de que esse impacto permite o início de outros impactos secundários no ambiente, envolvendo os processos hidrológicos.

Os impactos presentes nas nascentes apresentaram consequências como a redução da produção de água pela Bacia Hidrográfica em longo prazo, a perda da fauna e flora, e de maneira geral alterações no abastecimento dos mananciais e a possibilidade de falta de água potável. As principais soluções indicadas foram a conscientização da população e melhorias na gestão dos recursos hídricos. Contudo, seria relevante realizar a recuperação das nascentes, anteriormente degradadas, e estimular pesquisas que apresentam informações e aspectos relevantes para avaliar o estado de conservação e um reflorestamento efetivo no bioma Cerrado.

Quanto à escassez hídrica e o estado de conservação do Cerrado, são vários os impactos que podem estar afetando a disponibilidade hídrica, como o crescimento populacional, o desmatamento, o regime de precipitação as mudanças climáticas, ou até mesmo a falta de gestão e de infraestrutura, dessa forma não é possível atribuir somente um fator para a causa da escassez. Ademais as obstruções e desaparecimento das nascentes podem estar associados à disponibilidade hídrica, sendo que a supressão dessas influencia na Bacia Hidrográfica, que será abastecida por menor quantidade de nascentes e consequentemente de afluentes, representando uma diminuição da disponibilidade hídrica. Por isso, a criação de um Observatório de Nascentes nas Bacias Hidrográficas poderia auxiliar muito mais nas discussões e na efetiva proteção

desses recursos hídricos.

Por fim, é preciso mais incentivos para compreensão do tema, assim como engajamento para preservação permanente das nascentes, sendo que esses sistemas são muito complexos e há inúmeras questões ainda sem esclarecimento envolvendo a intensa degradação das nascentes e a escassez hídrica. Os esforços para conservação devem viabilizar principalmente a conscientização dos gestores, órgãos públicos e políticas, bem como a difusão de estratégias de educação ambiental entre os ocupantes das áreas e da população em geral.

## REFERÊNCIAS

- ADASA (Agência reguladora de Águas). Relatório semestral Julho/2016. Coordenação de Informações Hidrológicas, Superintendência de Recursos Hídricos (SRH). 13p. 2016.
- AMORIM, J. A. A. *Direito das Águas: O regime jurídico da água doce no direito internacional e no direito brasileiro*. 2. Ed. São Paulo: ATLAS, 2015. 385p.
- ANA (Agência Nacional de Água). *Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil*: 2013. ANA: Brasília-DF, 432p. 2013.
- BAGGIO, A. J., et al. Recuperação e Proteção das nascentes em propriedades rurais de Machadinho, RS. Brasília-DF: *EMBRAPA*, 26 p. 2013.
- BALBINOT, R., et al. O papel da floresta no ciclo hidrológico em bacias hidrográficas. *Ambiência*, Guarapuava-PR, v.4, n.1, p.131-149 Jan./Abr. 2008.
- BARONI, M. Ambiguidades e Deficiências do conceito de desenvolvimento sustentável. *Revista de Administração de Empresas*, São Paulo, v.32, n.2, p.14-24, 1992.
- BELIZARIO, W. D. S. Avaliação da qualidade ambiental de nascentes em áreas urbanas: um estudo sobre bacias hidrográficas do município de Aparecida de Goiânia/GO. *Revista Mirante*, Anápolis (GO), v. 8, n. 1, jun. 2015.
- BIELLA, C. A.; COSTA, R. A. Análise da qualidade ambiental das nascentes urbanas de Caldas Novas/GO. *VI Simpósio Nacional de Geomorfologia*, Goiânia, Set. 2006.
- BRASIL. 2005. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de Março de 2005. Publicada no DOU nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>> Acesso em: 17 de Set. 2017.
- BRASIL. 2012. *Lei nº 12.651, de 25 de Maio de 2012*. Novo Código Florestal. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 28 maio, 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm)>. Acesso em: 17 jul. 2017.
- BRASIL. 2015. Projeto de Lei nº 1.688/2015. (2015b) Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/sileg/integras/1490473.pdf>>. Acesso em: 21 de Set., 2017.
- BRASIL. 2015. Projeto de Lei nº 312 de 2015. (2015a) Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=946475>>. Acesso em: 21 de Set, 2017.
- BRUNDTLAND, G. H. *Nosso Futuro Comum*. 2 Ed. Fundação Getúlio Vargas: Rio de Janeiro. 1991.
- CALHEIROS, R. D. O., et al. *Preservação e Recuperação das Nascentes* (de água e de vida). Piracicaba: Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios PCJ, 40p. 2004.



CARVALHO, R. B.; RIOS, M. L.; SANTOS, D. B. Espacialização e caracterização do estado de conservação das nascentes da microbacia do rio fumaça – Município de Pindobaçu, Bahia. *Enciclopédia Biosfera*, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.9, n.16, p. 135-148. 2013.

CASTRO, P. S. *Recuperação e conservação de nascentes*. Viçosa: Ed. CPT, 2007, 272p.

CERQUEIRA, G. A. *et al.* A Crise Hídrica e suas Consequências. Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/ CONLEG/ Senado, abril/2015. *Boletim Legislativo* nº 27 de 2015. Disponível em: <[www.senado.leg.br/estudos](http://www.senado.leg.br/estudos)> Acesso em: 16 jun. 2017.

CHIOSSI, N. *Geologia de Engenharia*. 3ª ed. São Paulo: Oficina de textos, 2013.

DEMICHEI, A. L.; NISHIJIMA, T. Mata ciliar e as nascentes no município de Sapucaia do Sul/RS sob o olhar da educação ambiental. *Monografias Ambientais* (REMOA/UFSM), v.6, n. 6, p.1226–1237, Mar., 2012.

DUARTE, F. V., et al. *Projeto Olho d'água*: Preservação e Recuperação de Nascentes. Anais do 2º Congresso Brasileiro de Extensão Universitária, Belo Horizonte. 10p. 2004.

FEISTAUER, D., et al. Impactos do novo código florestal na regularização ambiental de propriedades rurais familiares. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 24, n. 3, p. 749-757, jul. 2014.

FELIPPE, M. F.; MAGALHÃES JUNIOR, A. P. Impactos ambientais macroscópicos e qualidade das águas em nascentes de parques municipais em Belo Horizonte-MG. *Geografias*, Belo Horizonte, v.8, n.2, p.08-23, 2012.

FERREIRA, M. J.; FERREIRA, W. C.; BOTELHO, S. A. Avaliação da Regeneração Natural do Entorno de uma Nascente como Estratégia para sua Recuperação. *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 573-575. 2007.

FISCHER, M. F., et al. Crise hídrica em publicações científicas: olhares da bioética ambiental. *Rev. Ambiente & Água*, Taubaté, v.1, n. 3, p. 586-600, 2016.

FONSECA, C. P. Caracterização dos ecossistemas Aquáticos do Cerrado. In: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M. (Org.). *Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação*. Brasília, DF: MMA, 2005. 415-429p.

GALVÃO, J.; BERMANN, C. Crise hídrica e energia: conflitos no uso múltiplo das águas. *Estudos Avançados*, v. 29, n. 84, p. 43-68, 2015.

GOMES, E. R. Diagnóstico e avaliação ambiental das nascentes da Serra dos Matões, município de Pedro II, Piauí. 2015. 137 p. Rio Claro: São Paulo, 2015.

GOMES, P. M.; MELO, C. D.; VALE, V. S. D. Avaliação dos Impactos ambientais em nascentes na Cidade de Uberlândia-MG: Análise macroscópica. *Sociedade & Natureza*. Uberlândia, v. 17, n. 32, p. 103-120, 2005.

GUIMARÃES, G. A.; RIBEIRO, R. D. L. Análise macroscópica das condições ambientais em nascentes na cidade de Rio Verde-GO. Congresso de Iniciação Científica da Universidade de Rio Verde. 2012.

IBGE 2010. Censo 2010. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=P15&uf=00>> Acesso em: 10 jul. 2017.

IBRAM (Instituto Brasília Ambiental). Os Recursos Hídricos no Distrito Federal. 2016. Disponível em: <<http://www.ibram.df.gov.br/informacoes/recursos-hidricos.html>>. Acesso em: 10 jul. 2017.

JUNQUEIRA JÚNIOR, J. A.; MELLO C. R. D.; SILVA, A. M. D. Comportamento hidrológico de duas nascentes associadas ao uso do solo numa sub-bacia hidrográfica de cabeceira. *XVI Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas e XVII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços*, p. 01-15, 2010.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. Conservation of the Brazilian Cerrado. *Conservation Biology*, v. 19, n. 3, p.707–713, 2005.

KOBIYAMA, M., et al. Relação entre desastres naturais e floresta. *Revista Geonorte*, v.1, n.6, p.17 – 48. 2012.

KRESIC, N.; STEVANOVIC, Z. *Groundwater Hydrology of Springs: Engineering, Theory, Management and Sustainability*. Butterworth-Heinemann, 2009, 592p.

KRONEMBERGER, D. M. P., et al. *Atlas de Saneamento: Saneamento e meio ambiente*. IBGE, 2011. 36p.

LAVILLE, C.; DIONNE, J. *A Construção do Saber: Manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas*. Porto Alegre-RS: ARTMED, 1999. 337p.

LEAL, M. S., et al. Caracterização hidroambiental de nascentes. *Rev. Ambiente. Água*, v. 12, n. 1, Taubaté. Jan. e Feb. 2017.

LIMA, A. Relatório Síntese das Plenárias do Conselho de Recursos Hídricos do Distrito Federal sobre a Crise Hídrica no DF. 2017. Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SEMA), Conselho de Recursos Hídricos. Disponível em: <[http://www.sema.df.gov.br/images/Relat%C3%B3rios%C3%ADntese\\_crise\\_h%C3%ADrica\\_CRH\\_-\\_mar%C3%A7o\\_2017.pdf](http://www.sema.df.gov.br/images/Relat%C3%B3rios%C3%ADntese_crise_h%C3%ADrica_CRH_-_mar%C3%A7o_2017.pdf)> . Acesso em: 21 de Set. 2017.

LIMA, J. E. F. W.; SILVA, E. M. D. Estimativa da produção hídrica superficial do Cerrado brasileiro. In: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J. C.; Felfili, J. M. (Org.). *Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação* Brasília, DF: MMA, 2005. 61-72p.

LIMA, E. C.; EMERICH, P. P.; MALDANER, V. I. O Programa Adote uma Nascente no Distrito Federal. *IX Simpósio Nacional do Cerrado e II Simpósio Internacional de Savanas Tropicais*. ParlaMundi: Brasília-DF, 2008a.

LIMA, W. P. Hidrologia florestal aplicada ao manejo de Bacias Hidrográficas. São Paulo: USP, Piracicaba. 2008b. 253p.

MARMONTEL, C. V. F. Qualidade da Água em nascentes com diferentes coberturas do solo e estado de conservação da vegetação no córrego pimenta, São Manuel/Sp. 2014. 77p. *Dissertação* (Mestrado) UNESP, Botucatu – SP. 2014.

MARTINS, A. L. M.; LOPES, M. C.; SIMEDO, M. B. Monitoramento de qualidade de água: suporte para gestão ambiental na microbacia do córrego da Olaria. *Fórum Ambiental* da Alta Paulista, v. 11, n. 06, p. 143-157, 2015.

MESQUITA, D. F. Análise de dados meteorológicos na gestão de recursos hídricos – balanço hídrico do Distrito Federal (1984 – 2014). 2016. 52p. Planaltina-DF (*Trabalho de Conclusão de Curso*), Universidade de Brasília- UnB. 2016.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). 2011a. *Plano de ação para prevenção e controle do desmatamento e das queimadas: Cerrado*. Brasília: MMA, 2011a. 200 p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). 2011b. *Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação & Áreas de Risco*. O que uma coisa tem a ver com a outra? Relatório de Inspeção da área atingida pela tragédia das chuvas na Região Serrana do Rio de Janeiro. SCHÄFFER, W. B. et al. Brasília: MMA, 96 p. 2011b.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Bioma Cerrado. 2017. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado>> Acesso em: 10 jul. 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). *Plano de ação para prevenção e controle do desmatamento e das queimadas, 2ª fase (2014-1015): Cerrado*. Brasília: MMA, 2014. 132 p.

MORAES, L. L.; CAMPOS, J. E. G. Hidrogeologia. In: *Águas Emendadas: Distrito Federal*. Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente; FONSECA, F. O. (Organização). Brasília: Seduma, p. 122-131, 2008.

NEVES, L. S., et al. Nascentes, áreas de preservação permanentes e restauração florestal: histórico da degradação e conservação no Brasil. *Revista em Agronegócios e Meio Ambiente*, v.7, n.3, p. 747-760, set./dez. 2014.

OLIVEIRA, M. A. de; QUEIROZ, D. R. E.; SANTOS, M. L. dos. O uso da cartografia na análise da percepção de riscos de contaminação em áreas de nascentes: o caso do Residencial Tarumã em Maringá, Paraná (PR). In: GUIMARÃES, S. T. L.; et al. (Organização). *Gestão de Áreas de Risco e Desastres Ambientais*. Rio Claro:IGCE, p. 91-120. 2012.

OLIVEIRA-FILHO, E. C.; MEDEIROS, F. N. S. Ocupação humana e preservação do ambiente: um paradoxo para o desenvolvimento sustentável. In: *Cerrado: desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável*. Brasília: Embrapa Cerrados, p.33-53, 2008.

PAULA, A. E. A de., et al. *Água: conservação, uso racional e reuso*. Associação Novo Encanto de Desenvolvimento Ecológico. Brasília: MMA, 2009.73p.

PINHEIRO, R. C., et al. Ocupação e caracterização hidrológica da microbacia do Córrego Ipaneminha, Sorocaba-SP. *Irriga*, Botucatu, v. 16, n. 3, p. 234-245, 2011.

PINTO, L. V. A., et al. Estudo da vegetação como subsídios para propostas de recuperação das nascentes da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. *R. Árvore*, Viçosa-MG, v.29, n.5, p.775-793, 2005.

PINTO, L. V. A., et al. Estudos das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão de Santa Cruz, Lavras-MG. *Scientia Florestalis*, v. 1, n. 65, p. 197-206. 2004.

PINTO, L. V. A.; ROMA, T. N. D.; BALIEIRO, K. R. C. Avaliação qualitativa da água de nascentes com diferentes usos do solo em seu entorno. *Cerne*, Lavras, v. 18, n. 3, p. 495-505, jul./set. 2012.

PREGELLI, D. R., et al. Recuperação de nascentes em área de cerrado, Embrapa gado de corte, Campo Grande, Brasil. *IX Simpósio Nacional do Cerrado*. ParlaMundi, Brasília-DF, Embrapa Cerrados, 2008.

QUEIROZ, M. L. *Nascentes, Veredas e Áreas Úmidas*, Revisão conceitual e metodologia de caracterização e determinação: Estudo de Caso na Estação Ecológica de Águas Emendadas - Distrito Federal. 2015. 161p. *Dissertação* (Mestrado) Universidade de Brasília (DF), 2015.

REED, W.; MONROE, J. S. *Fundamentos de geologia*. São Paulo: Cengage Learning, 2009. 492p.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P., ed. *Cerrado: ambiente e flora*. Planaltina, Embrapa: CPAC, p. 89-166, 1998.

RODRIGUES, A. S. de L.; BÁRBARA, V. F.; MALAFAIA, G. Análise das percepções ambientais e dos conhecimentos de alguns conceitos referentes às nascentes de rios revelados por jovens e adultos de uma escola no município de Ouro Preto, MG. *Revista Brasileira Biociência*, Porto Alegre, v. 8, n. 4, p. 355-361, out./dez. 2010.

SASSINE, V. A morte no berço das Águas. *Correio Braziliense*, Brasília, 24 de abril de 2011. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/11601770-A-morte-no-berco-das-aguas.html>>. Acesso em: 10 jul. 2017.

SMA (Secretaria de Estado do Meio Ambiente). *Cadernos da Mata Ciliar*. Preservação e recuperação das nascentes. CALHEIROS, et al. (Redator). Departamento de Proteção da Biodiversidade, n. 1, São Paulo: SMA, 2006.

SOUZA, M. A. A. Meio ambiente e desenvolvimento sustentável: as metáforas do capitalismo. *Cronos*, Natal-RN, v. 10, n. 2, p. 101-117, 2009.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. *A Água*. São Paulo: Publifolha, 2005. 111 p.

TUNDISI, J. G. Water Resources in the Future: Problems and solutions. *Estudos Avançados*, v. 22, n. 63, p. 7-16, 2008.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. *Biota Neotropica*. V. 10, n. 4, p. 67-76. 2010. Disponível em:

<<http://www.biotaneotropica.org.br/v10n4/pt/abstract?article+bn01110042010>>. Acesso em 17 de set. 2017.

UNESCO. *Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos: Água para um mundo sustentável*. WWDR 2015: Un-Water. UNESCO, 8p. 2015.

VENZEL, S. M., et al. Revitalização de nascentes. *Natureza online*, Instituto Federal do Espírito Santo, v.14, n. 2, p. 1-6, 2016.

VIEIRA, F. M.; GRANEMANN, G. L. M. Proposta de Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) do Parque Olhos D'Água. *Univ. Hum.*, Brasília, v. 6, n. 1, p. 125-136, jan./jun. 2009.

VILELA, D. F. *Estratégias para a recuperação da vegetação no entorno de nascentes*. 2006. 71p. *Dissertação* (Mestrado), Universidade Federal de Lavras UFLA. 2006.

WWF (World Wide Fund for Nature). *Nascentes do Brasil: estratégias para a proteção de cabeceiras em bacias hidrográficas*. BARRETO, S. R.; RIBEIRO, S. A.; BORBA, M. P. (Coordenação). Brasil: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2010. 140p.

WWF (World Wide Fund for Nature). Povos e comunidades Tradicionais do Cerrado. 2012. Disponível em: < <http://www.wwf.org.br/informacoes/?32303/Povos-e-comunidades-tradicionais-do-Cerrado-se-encontram-em-Brasilia>> Acesso em: 10 jul. 2017.

WWF (World Wide Fund for Nature). *Governança dos recursos hídricos: proposta de indicador para acompanhar sua implementação*. LIMA, A. J. R.; ABRUCIO, F. L.; SILVA, F. C. B. São Paulo: WWF/Brasil: FGV, 2014.

WWF (World Wide Fund for Nature). WWF-Brasil pede a criação do Plano Nacional de Proteção das Nascentes e Mananciais. 2015. Disponível em: <<http://www.wwf.org.br/informacoes/?44563/Plano-Nacional-de-Protecao-das-Nascentes-e-Mananciais>>. Acesso em: 10 jul. 2017.

ZANZARINI, R. M.; ROSOLEN, V. Mata ciliar e nascente no Cerrado brasileiro: Análise e recuperação ambiental. *Geografia: Ensino & Pesquisa*, v. 12, p. 701-712, 2008.

## ANEXO A – Avaliação Macroscópica de Gomes et al. (2005)

**Tabela 2. Quantificação da Análise dos Parâmetros Macroscópicos de Gomes et al. (2005).**

<b>Quantificação da Análise dos Parâmetros Macroscópicos:</b>			
<b>Cor da água</b>	(1) Escura	(2) Clara	(3) Transparente
<b>Odor</b>	(1) Cheiro forte	(2) Cheiro fraco	(3) Sem cheiro
<b>Lixo ao redor</b>	(1) Muito	(2) Pouco	(3) Sem lixo
<b>Materiais Flutuantes</b>	(1) Muito	(2) Pouco	(3) Sem materiais flutuantes
<b>Espumas</b>	(1) Muito	(2) Pouca	(3) Sem espumas
<b>Óleos</b>	(1) Muito	(2) Pouco	(3) Sem óleos
<b>Esgoto</b>	(1) Esgoto doméstico	(2) Fluxo superficial	(3) Sem esgoto
<b>Vegetação (preservação)</b>	(1) Alta Degradação	(2) Baixa degradação	(3) Preservada
<b>Uso por animais</b>	(1) Presença	(2) Apenas marcas	(3) Não detectado
<b>Uso por humanos</b>	(1) Presença	(2) Apenas marcas	(3) Não detectado
<b>Proteção do local</b>	(1) Sem proteção	(2) Com proteção (mas com acesso)	(3) Com proteção (sem acesso)
<b>Proximidade com residências ou estabelecimentos</b>	(1) Menos de 50 metros.	(2) Entre 50 a 100 metros.	(3) Mais de 100 metros.
<b>Tipo de área de inserção</b>	(1) Ausente	(2) Propriedade Privada	(3) Parques ou áreas protegidas

**Tabela 3. Classificação das Nascentes quanto ao grau de preservação (Índice de Impacto Ambiental em Nascentes).**

<b>CLASSES</b>	<b>NÍVEL DE QUALIDADE</b>	<b>PONTUAÇÃO</b>
Classe A	Ótima	Entre 37 a 39 pontos
Classe B	Boa	Entre 34 a 36 pontos
Classe C	Razoável	Entre 31 a 33 pontos
Classe D	Ruim	Entre 28 e 30 pontos
Classe E	Péssima	Abaixo de 28 pontos